



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guida per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

- + *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.
- + *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.
- + *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.
- + *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertarti di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da <http://books.google.com>

TJ
605
C32

A 749,605

CENNI

SUGLI ULTIMI PERFEZIONAMENTI

DELLE

MACCHINE A VAPORE LOCOMOTIVE

PRECEDUTI

DA ALCUNI PRINCIPI GENERALI

DI TERMODINAMICA

DI

LEONARDO CARPI

PARIGI

STAMPERIA AMMINISTRATIVA E DELLE STRADE FERRATE DI P. DUPONT

VIA DI BRESSILLU-SAINT-HILAIRE, 25.

1887

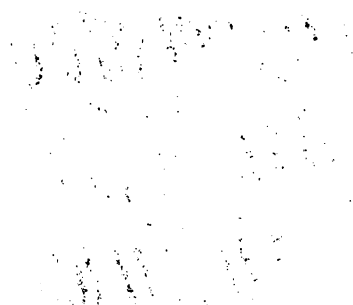


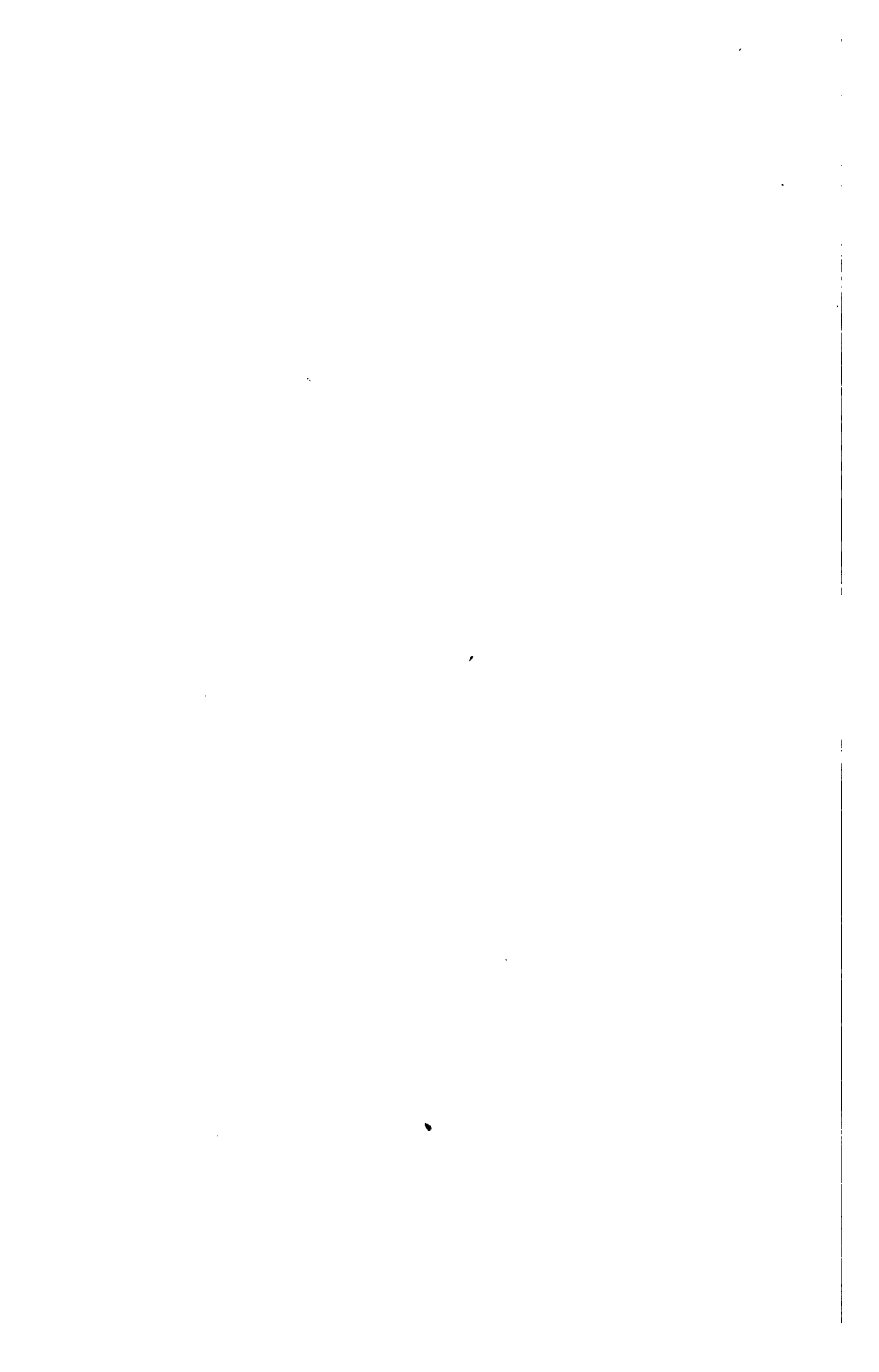
PROPERTY OF
*University of
Michigan
Libraries*

1817

ARTES SCIENTIA VERITAS







188

A. VOI

MADRE.E.PADRE.MIO

DILETTISSIMI

E.A.TE

ANIMA.CARA.DI.MIO.FRATELLO

OFFRO.E.CON SACRO

QUESTE.PAGINE

DI.TANTO.ONORE.NON.DEGNE



*Alla distinta prima famiglia Garini
in attestato di molto p. stima ed amicizia
La madre dell'autor*

CENNI

SUGLI ULTIMI PERFEZIONAMENTI

DELLE

MACCHINE A VAPORE LOCOMOTIVE

PRECEDUTI

DA ALCUNI PRINCIPI GENERALI

DI TERMODINAMICA

DI

LEONARDO CARPI

DA BOLOGNA

ALLIEVO DELLA R. SCUOLA D'APPLICAZIONE PER GLI INGEGNERI IN TORINO

*Dissertazione e tesi presentata alla R. Commissione esaminatrice per ottenere
il diploma d'ingegnere laureato.*

PARIGI

STAMPERIA AMMINISTRATIVA E DELLE STRADE FERRATE DI P. DUPONT

VIA DI GRENELLE-SAINT-HONORÉ, 45.

—
1867.

Transportation
Library

TJ
62
A34

11120
11121
- 21-49

7-21-57 3 W

Quando venni in pensiero di trattare l'argomento che intitola queste pagine, io non mi dissimulai la vastità del campo, nè l'insufficienza mia, io non dimenticai che le innovazioni di una grande scoperta vanno grandemente trattate, e che sul terreno dei fatti pratici meglio vale dir nulla che poco o già detto. Nullameno confortandomi al riflettere sullo scopo dello scritto, e sulla opportunità che spesso trova una sintesi accurata anche nelle più gravi questioni, accarezzai l'idea di raggruppare secondo un ordine dato le più recenti notizie, i risultati sperimentali più nuovi che all'argomento stesso si riferissero.

Accarezzata l'idea, non restava che svolgerla, ed io mi vi posi assiduamente, affinché ne traesse almeno origine un criterio relativamente esatto sullo stato attuale di questo ramo meccanico. Senonchè ostacoli moltissimi e occupazioni diverse mi tolsero il dar opera a quelle più diligenti ricerche che io mi ero ripromesso, a quei più profondi studi che eromi prefisso, ed ecco io presento questo lavoro ben diverso di come l'avevo sperato, più incompleto e imperfetto di come l'avrei temuto.

Ad ogni modo ora non vale il recriminare: meglio parmi il dire sulla sua natura, che non lo feci campo di definizioni, ma di fatti, che non l'imbevei di astrazioni ma di realtà, e che salvo una breve eccezione, scansai con cura ogni teoria. Volli inoltre che per quanto possibile l'autorità non mi facesse difetto, e per questo cercai la scorta dei più pregiati autori, fra cui Zeuner, Bourne, Flachat, Schmidt e Séguin; i principî teorici che posi mi parvero strettamente collegarsi nelle conseguenze alla natura stessa del soggetto: soprattutto credetti poi dovere alquanto più diffusamente estendermi nel trattare del paese nostro.

Ed ora non ho che invocare indulgenza.



CAPITOLO I.

Su alcuni principi generali di termodinamica.

Non vi ha dubbio che le intime relazioni ed il mirabile nesso esistenti fra *calore* e *lavoro*, dall'epoca in cui per la prima volta si constatarono fino a quella in cui Carnot vi fondava sopra la sua celebre teoria, tanto mutarono le primitive opinioni sul modo di essere e d'agire di questo straordinario strumento di potenza chiamato *calore*, e tanto rapidi progressi segnarono nel cammino delle scienze positive, che una diversa e più sicura guida s'ebbe il campo delle scoperte pratiche, un nuovo e più luminoso orizzonte venne aperto all'attività umana avida dell'ignoto, investigatrice del palese.

Fu allora che scossi grado a grado gli antichi principi a cui s'informavano quegli apprezzamenti dei sublimi e misteriosi veri circondanti la creazione, che discendenti dalla superstizione e dal fanatismo erano figli dell'incertezza e dell'errore, discepoli spesso alla caparbieta dell'ignoranza, alla cecità della presunzione, s'inaugurò per le scienze umane una scuola più retta e più sicura, madre al trionfo dell'intelletto, ava ad un avvenire di grandezza e di gloria. Questo avvenire è il nostro presente, e se per avventura non vi riscontriamo nè tanta grandezza, nè tanta gloria, gli è perchè non ci curiamo d'istituire confronti, che altrimenti fra i moderni trovati in cui spazia maestosamente la

nostra inerte esistenza e le antiche pastoie che avvinghiavano quella dei nostri antenati, corre l'abisso che v'ha tra il filosofo il cui labbro grida solennemente « *Eppur si muove* » e il gesuita che gli replica « *Tu menti* ».

Certo che immenso è ancora il cammino a percorrere, e infiniti i recessi della scienza, dove ancora non giunse nè forse giungerà mai lo sguardo riflessivo dei secoli, la luce rivelatrice; ma se risalendo alla divina semplicità della creazione noi misuriamo la entità dell'incremento che il genio e lo spirito d'osservazione seppero imprimere successivamente alle dottrine umane in ogni modo di scienza d industrie, dobbiamo in verità levarci a superbo compiacimento per la onnipotenza della natura nostra, e reputarci giganti a fronte delle generazioni passate, nella orgogliosa speranza che abbianci le future a considerare pigmei.

Ma. faccio ritorno a calore e lavoro: elementi che Carnot e dopo lui Clapeyron seppero tanto luminosamente legare nelle basi di quella inesauribile scienza che è la *termodinamica*: abbenchè poi le loro conclusioni venissero in seguito profondamente modificate.

Che il lavoro meccanico ed il calore necessariamente e strettamente coesistano secondo leggi costanti è quanto ci è provato da una serie numerosissima di fatti naturali meglio ancora che dalle dimostrazioni analitiche. Così nel fregamento, nella deformazione e nella compressione dei corpi vi ha dispensa di un certo lavoro e nello stesso tempo apparizione di calore. I corpi, per esempio, s'infuocano sotto l'azione della filiera o del laminatoio; una sbarra metallica sottoposta ad un carico capace di romperla manifesta uno strangolamento nel luogo in cui deve avvenire la rottura, ed il metallo si fa ardente in quel punto; una striscia di *caoutchouc* vivamente stirata si riscalda. Le azioni chimiche sono accompagnate da un lavoro molecolare che è distrutto originandosi una contemporanea apparizione di calore. Un gas che si dilata, non per via di riscaldamento, ma per il suo espandersi in uno

spazio assegnatogli, si raffredda, avvegnacchè sviluppi il lavoro della propria espansione.

Altre sperienze dovute a Joule, provano che non isparisce calore se non in quanto vi corrisponde un lavoro meccanico; ed invero egli dimostrò che il calore prodotto dall'attrito è l'equivalente meccanico della potenza spesa nell'operare tale attrito, e che la forza rappresentata dalla caduta del peso di una libbra inglese ($0^{\text{m}},45$) dall'altezza di 722 piedi ($216^{\text{m}},60$), ossia di 722 libbre inglesi ($325^{\text{m}},2$) dall'altezza di un piede ($0^{\text{m}},30$) produrrebbe, se speso in attrito, tanto calore quanto ne bisogna per innalzare di un grado di Fahrenheit una libbra d'acqua.

Queste sperienze, e molte altre, mossero a conchiudere come *il lavoro che sparisce si trasforma in calore, ed il calore si trasforma in lavoro meccanico, quando esso venga distrutto*. Quindi la nececessità di fissare quel termine di paragone, che venne da Joule detto *equivalente meccanico del calore*, e che rappresenta la quantità di lavoro prodotto da una *caloria metrica*, mentre *equivalente calorifico del lavoro* fu detta la quantità di calore prodotta dal distruggersi di un chilogrammetro di lavoro meccanico. Questa trasformazione di calore in lavoro, e viceversa, supposta esatta, ne deriva che *il valore trovato per l'equivalente meccanico del calore dovrà esserc costante*, qualunque sia la natura dei corpi che gli servono di veicolo o di mezzo di trasformazione, ciò che effettivamente si verifica e si dimostra.

La nuova dottrina, dal 1824 epoca in cui Carnot pubblicò le sue prime teorie, venne sempre più modificandosi ed ampliandosi fino a che, fenomeno strano nell'istoria delle scienze, Regnault e Hirn in Francia, Joule, Thomason, Rankin in Inghilterra, Mayer, Clausius, Zeuner in Germania, quasi contemporaneamente sostennero, svilupparono ed adottarono il principio che *l'effetto meccanico è sempre la conseguenza di una dispensa di calore, e che questo effetto è proporzionale alla quantità che sparisce nel passaggio del vapore attavverso alla macchina*.

Se ne inferisce, rapportandoci all'esempio di Joule sopra citato, che

se avessimo una macchina perfetta con cui generare potenza per mezzo di calore, noi potremmo giungere a recuperare dal calore generato col-l'attrito l'esatto ammontare della potenza stessa spesa nel generare il calore. Senonchè nelle migliori macchine caloriche esistenti venne constatato che soltanto una decima parte del calore speso è tramutato in potenza, il resto rimanendo interamente consumato nel trasformarsi in lavoro meccanico. Onde si vede che per conseguire molto lavoro meccanico, è d'uopo fare in modo che scomparisca la maggior possibile quantità di calore, quantunque il calore realmente utilizzato sia sempre una frazione piccolissima di quella che possiede inizialmente il fluido motore. E si vede pure quanto sarebbe vantaggioso il far servire novellamente il medesimo fluido, dopo avergli restituito il calore perduto, anzichè somministrarne una nuova quantità: quindi l'economia considerevole di calore realizzata nella macchina a *vapore rigenerato* e nelle macchine ad aria calda, in cui si fa deporre il calore, che rimane al gas, uscendo dall'apparecchio, sopra tele metalliche che servono poi a riscaldare la nuova aria, la quale deve alla sua volta funzionare.

Dissi già che la teoria meccanica del calore avendo condotto ad un nuovo ordine di fatti cambiò totalmente natura alle idee che generalmente si avevano sul calore, e vediamone qualche conseguenza.

Allorchè un corpo entra in fusione, si produce un lavoro interno impiegato a disgiungere le molecole per farle una dalle altre indipendenti: questo lavoro è prodotto dal calore che viene distrutto, e che condusse poi alla ipotesi del *calore latente*. Allorchè invece un liquido si solidifica, il *lavoro interno* che ne aggregò le molecole si converte in calore, onde si vede apparire una quantità di calore eguale a quella che durante la fusione era scomparsa. Allorchè un liquido si vaporizza hanno luogo un *lavoro interno* impiegato a distruggere la coesione molecolare, ed un *lavoro esterno* consumato nel superare gli ostacoli che oppor si possano alla espansione del vapore. Mentrecchè, quando un vapore viene liquefatto in seguito a compressione, si somministra il *lavoro esterno* con cui lo si comprime, aggiungendovisi il *lavoro*

interno della coesione che ne riunisce le molecole, e questi lavori scompaiono tramutandosi in calore. L'attuale stato della scienza permette di apprezzare il calore interno, ma non di valutarlo; tuttavia immaginando i corpi ricondotti allo stato loro iniziale, vi è compenso tra i lavori molecolari sviluppati e consumati, siccome vi è compenso tra le corrispondenti quantità di calore: nè altro rimane che gli effetti dei lavori esterni.

Questi cenni sulla natura dei lavori che si possono considerare prodotti dallo svilupparsi e modificarsi di una data quantità di calore, sono indispensabili ad un esatto apprezzamento dei principii fondamentali della termodinamica, e si collegano strettamente alla distinzione fra il *calore sensibile*, che è quello già esistente nel corpo sottoposto ad esame, il *calore interno*, o *virtuale*, che è quello il quale sparisce convertendosi nel lavoro interno o molecolare, e del quale nei fluidi aeriformi, si suole fare astrazione, ed il *calore scomparso* trasformandosi in quel lavoro esterno che veramente importa di valutare.

Vediamo dunque come si possa calcolare il lavoro esterno di un gas che si espande superando una certa pressione qualunque, e che supporremo chiuso in un cilindro mercè uno stantuffo scorrevole in modo da esercitare sul gas una pressione qualunque. Diciamo

S l'area della sezione interna del cilindro,

p la pressione in chilogrammi sul m. q.,

v il volume generato dietro di sè dallo stantuffo dal principio dell'espansione fino all'istante in cui la si considera,

x lo spazio percorso dallo stantuffo nel tempo medesimo. È chiaro che in un tempetto infinitesimo corrispondente allo spazietto descritto dallo stantuffo la pressione avrà un valore che potremo ritenere costante ed eguale a p , e quindi l'intero stantuffo avrà ricevuto dal gas un lavoro meccanico

$$Spdx;$$

e siccome Sdx vale il differenziale del volume v generato dallo stantuffo,

$$Spdx = pdv$$

esprimerà il lavoro infinitesimo fatto dal gas, e

$$\int_{v_1}^{v_2} pdv = p (v_2 - v_1)$$

il lavoro totale fatto dal gas nello stantuffo fra i volumi iniziale e finale del gas medesimo. Cioè, supponendo la pressione costante, *si ha il lavoro esterno dovuto all'espansione di una massa gasosa moltiplicando la pressione riferita all'unità di superficie per la quantità di cui si accresce il volume del gas*. Che se la pressione è variabile, converrà esprimere p in funzione di v .

Ciò posto, potremo facilmente avere il valore analitico dell'equivalente meccanico del calore, calcolando il rapporto del calore esterno sparito, mentre il gas si dilata, al corrispondente lavoro raccolto sullo stantuffo.

L'espressione precedente del lavoro esterno si può scrivere

$$p (v_2 - v_1) = pv_1 \left(\frac{v_2}{v_1} - 1 \right),$$

e supponendo costante la pressione p , per la legge di Gay Lussac fra le temperature e i volumi avremo

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\alpha + t'}{\alpha + t} :$$

quindi sostituendo, ed osservando che p corrisponderà anche al volume v sarà

$$p (v_2 - v_1) = p_1 v_1 \frac{t' - t}{\alpha + t},$$

e siccome, dicendo p_0 e v_0 la pressione e il volume corrispondenti ad una temperatura di 0° , si ha

$$\frac{pv}{p_0 v_0} = \frac{\alpha + t}{\alpha}$$

così, fatta la sostituzione, avremo per espressione del lavoro esterno fatto dal gas

$$p (v_2 - v_1) = \frac{p_0 v_0}{\alpha} (t' - t).$$

Ora la quantità di calore corrispondente a questo lavoro si sa essere

$$(C - c) (v - t),$$

in funzione dei calori specifici a pressione e volume costante; quindi l'equivalente meccanico del calore sarà espresso da

$$e = \frac{p_0 v_0}{\alpha (C - c)}.$$

Questo valore ci dimostra quanto già enunciammo, che cioè l'equivalente meccanico del calore è una quantità costante, e di più ci condurrà a provare anche la fondamentale proposizione che *una parte del calore speso effettivamente scompare convertendosi in lavoro esterno*.

Abbiasi una massa di gas del supposto peso di 1 chilog., racchiuso in un circuito corrispondente ad un'area rettangolare compresa fra i seguenti estremi di pressione, temperatura e volume, a partire dallo stato iniziale:

$$v_1 \ p_1 \ t_1,$$

$$v_1 \ p_2 \ t_2,$$

$$v_2 \ p_2 \ t_3,$$

$$v_2 \ p_1 \ t_4,$$

L'ordine secondo cui variano le tre quantità a seconda dei quattro periodi estremi del circuito abbastanza si fa palese dall'esame dei quattro corrispondenti stati, cosicchè non riesce difficile immaginare quale parte di area rappresenterà il *lavoro motore* e quale il *lavoro resistente*; la differenza di queste due aree costituirà un'eccedenza di lavoro motore che sarà il lavoro utile disponibile, e che avrà per espressione

$$L = (p_2 - p_1) (v_2 - v_1),$$

ossia

$$L = p_1 v_1 \left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right) \left(\frac{v_2}{v_1} - 1 \right).$$

Ora alle pressioni p_1 e p_2 corrispondono successivamente gli stessi volumi v_1 e v_2 , e viceversa: quindi

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{\alpha + t_2}{\alpha + t_1} = \frac{\alpha + t_3}{\alpha + t_4},$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\alpha + t_3}{\alpha + t_4} = \frac{\alpha + t_4}{\alpha + t_2}.$$

Sostituendo ed osservando che

$$p_1 v_1 = p_0 v_0 \frac{\alpha + t_1}{\alpha}$$

si trae

$$L = p_0 v_0 \frac{(t_2 - t_1)(t_3 - t_2)}{\alpha(\alpha + t_2)}$$

Questo valore diviso per l'espressione della quantità M di calore che deve sparire, ci fornirà l'equivalente meccanico e : si tratta di trovare questo calore sparito. Osserviamo a tal effetto che nel primo e nel secondo periodo si dovettero somministrare al gas due quantità di calore successivamente espresse da

$$c(t_2 - t_1),$$

$$C(t_3 - t_2),$$

mentre nel terzo e nel quarto convenne sottrarre dalla massa gasosa le quantità di calore

$$c(t_3 - t_4),$$

$$C(t_5 - t_2).$$

Il lavoro scomparso sarà manifestamente

$$\begin{aligned} M &= c(t_2 - t_1) + C(t_3 - t_2) - c(t_3 - t_4) - C(t_4 - t_1) = \\ &= (C - c)(t_1 - t_2 + t_3 - t_4), \end{aligned}$$

espressione che, con una facile trasformazione dipendente dall'egualianza

$$\frac{\alpha + t_2}{\alpha + t_1} = \frac{\alpha + t_3}{\alpha + t_4},$$

diventa

$$M = \frac{(C - c)(t_3 - t_2)(t_2 - t_1)}{\alpha + t_2},$$

Onde si vede che non potrà mai essere M eguale a zero o minore di zero: dunque sarà certo sparita una quantità *positiva* di calore. Avremo inoltre, eseguendo la divisione,

$$\frac{L}{M} = \frac{p_0 v_0}{\alpha(C - c)} = e,$$

cioè la quantità di calore scomparso si è realmente convertita in lavoro meccanico, siccome conveniva dimostrare.

Si può concludere da ciò che precede che *il calore è un movimento* provocato da differenti cause nelle molecole dei corpi, propagantesi successivamente da una all'altra in un medesimo corpo od in corpi contigui, e capace in seguito di comunicarsi all'etere che riempie i pori della materia, e da questo all'etere esterno, in modo da costituire il calore raggianti, le di cui analogie colla luce sono dalle leggi fisiche bastantemente spiegate.

Ritornando al campo della pratica, per quanto concerne il consumo di calore che si verifica nelle azioni e reazioni meccaniche non si può a meno dal riconoscere che le macchine a vapore, le quali sono pure il più elevato prodotto della scienza meccanica, riescono in tesi generale le macchine più consumatrici, in virtù del fatto che esse agiscono con estremi di temperatura molto lontani fra loro: Nella stessa guisa che in una cascata la potenza prodotta da un dato volume d'acqua si può misurare colla differenza di livello fra i punti più elevati e più depressi, in una macchina a vapore la potenza sviluppata da una data massa di vapore può riscontrare il suo termine di confronto e di misura nella differenza di temperatura fra la *caldaja* e il *condensatore*. E quanto maggiore è questa differenza, tanto maggiore sarà la proporzione di calore trasformata in potenza.

Ma in un forno ordinario la temperatura può essere portata a 3000° sopra la temperatura atmosferica, mentrecchè la temperatura delle caldaie a vapore in generale sale appena a circa 200° sopra l'atmosferica. Quindi, venendosi per tal guisa a consumare, anzichè ad utilizzare, tanto eccesso di temperatura, la macchina a vapore è ben lungi dal produrre quell'effetto che realmente produrrebbe ove il vapore fosse generato alla temperatura del forno ed uscisse dai cilindri a quella del condensatore — e ciò tanto più se si considera che la pratica offre seri impedimenti all'uso del vapore troppo caldo.

A fornire una più completa idea della parvità relativa dei nostri migliori mezzi meccanici, basterà citare il fatto che nella natura stessa animale, dove pure la temperatura è assai limitata, una data quantità

di carbonio produce il suo equivalente di potenza con minore perdite che nelle migliori macchine a vapore. Così nella batteria Voltaica, l'elettricità può essere impiegata a muovere una macchina con minore perdita di equivalente calore, quantunque non sia in alcun modo probabile che negli usi della pratica possano le macchine elettro-magnetiche sostituire le macchine a vapore, amenochè non si venisse a scoprire qualche mezzo per ottenere l'elettricità dal carbone anzichè dal zinco; poichè lo zinco, come il carbone, può essere bruciato e produrre calore, ma 1^{mb} di carbone consumato in una macchina produce in proporzione più che doppia l'effetto utile disponibile prodotto da 1^{mb} di zinco, il cui prezzo commerciale è d'altronde soverchiamente superiore a quello del carbone.

Questa insufficienza di rendimento utile, che il calore impiegato a sviluppare lavoro meccanico porge allo sperimentatore, non è fino ad un certo punto convalidato dalle analisi teoriche, le quali condurrebbero in verità a risultati ben più vantaggiosi che la pratica non realizza: e ciò dipende dalla estrema complicazione dei fenomeni producentisi per l'intervento del calore preso o ceduto dai pezzi dell'organismo di una macchina, complicazione certo di gran lunga superiore a quella che dalle teorie generiche è dimostrata.

Viene però a questo punto ovvio l'accennare quali sieno le disposizioni generali da introdursi nella costruzione della macchina a vapore per condurla al suo rendimento massimo, e quale possa essere il rendimento reale ottenibile nelle migliori condizioni; e questo riescirà tanto più ovvio in quanto aprirà la strada nel modo più generale al precipuo argomento di questo scritto.

È chiaro che converrà cercare di porre la macchina in condizioni tali: 1° che la parte di effetto disponibile sia un massimo: 2° che l'effetto reale ottenuto su questa parte disponibile sia pure un massimo.

Il primo scopo è raggiunto dalla sostituzione del *vapore soprariscaldato* al *vapore saturo*; dicesi *soprariscaldato* il vapore quando trovandosi

rinchiuso allo stato saturo venga riscaldato a pressione costante, in guisa da assumere una tensione minore della tensione massima corrispondente alla sua temperatura. La teoria generale prova che in una macchina a l'espansione e condensazione, a parità di condizioni l'effetto disponibile col vapore a simile stato è del 20 0,0 maggiore che col vapore allo stato saturo.

L'uso di soprariscaldare il vapore prima di ammetterlo nel cilindro è ora molto invalso, specialmente nelle macchine marine, e l'innovazione è utilissima anche sotto l'aspetto della economia di combustibile: senza invadere il campo della teoria, le precedenti nozioni sono sufficienti a concepire tale utilità del soprariscaldamento. L'aumento che ne risulta nella superficie riscaldata per l'impiego del calore a seccare quella parte di vapore che prima passava nel camino, e la maggiore efficacia acquistata dal medesimo per la proporzionata sua distribuzione fra l'acqua e il vapore sono i principali vantaggi, oltre la maggiore economia che si consegue: giova poi anche il soprariscaldamento a prevenire nei cilindri quella parziale condensazione del vapore, che l'esterno irraggiamento, o il generarsi della potenza abbiano potuto produrre.

Assai varia è la costruzione degli apparecchi soprariscaldatori, ma nella maggior parte dei casi il vapore viene fatto passare attraverso una serie di piccoli tubi posti nella cassa del fumo alla base del camino. Un esempio ne è rappresentato nella fig. 1, Tav. I, dove in A è la caldaia, e in *a* il purgatoio di questa: in *d* vedesi la posizione della valvola di comunicazione fra la caldaia e il soprariscaldatore, in D ed F le camere di passaggio e di uscita del vapore nel soprariscaldatore, in E i tubi pei quali il vapore è costretto a passare, in G la camera che congiunge il soprariscaldatore al tubo del vapore, dove trovansi due valvole che regolano l'ammissione e l'uscita del vapore, in *h* l'apparecchio di comunicazione fra la caldaia e il tubo stesso del vapore, e in H il camino; i gas caldi passando al camino s'incontrano nei tubi E, e vi soprariscaldano così il vapore alla voluta tensione. L'ap-

parecchio fu costruito dai signori Napier e figli pel servizio di una macchina marina appartenente alla Compagnia Russa di navigazione a vapore.

Per raggiungere poi il secondo e principale scopo dei due or ora accennati, quello cioè di rendere massimo l'effetto reale ottenuto, si dovrà:

1° Scansare qualunque diretta dispensa di vapore che non produca lavoro, diminuendo cioè nel maggior modo possibile i così detti *spazi perduti*.

2° Fare in guisa che la differenza di pressione fra la caldaia e il cilindro durante l'afflusso del vapore sia la minima: questa differenza, comunque notevolmente minore col vapore soprariscaldato che col vapor saturo, esiste sempre e non si può che diminuirla.

3° Procurare che il vapore si trovi in ogni luogo a contatto di pezzi la cui temperatura differisca il meno possibile dalla sua stessa.

Mentre i due primi precetti sono applicabili a qualunque macchina a vapore, il terzo ha molto maggiore importanza col vapore soprariscaldato che col vapor saturo.

Tutti tre potrebbero poi essere effettuati nel più semplice modo, e senza soverchiamente complicare la macchina, per mezzo di quattro *cassetti*, due dei quali per l'ammissione e due per l'emissione: i due primi si aprirebbero alternativamente quando lo stantuffo fosse ad una qualunque delle estremità del cilindro, e si chiuderebbero con maggiore o minore rapidità secondo la necessaria espansione, mentre i due secondi si aprirebbero pure alternativamente quando lo stantuffo retrocedesse, ma resterebbero aperti il maggior tempo possibile. Per tale disposizione si vede subito:

1° Che gli spazi perduti sono ridotti al minimo.

2° Che il vapore essendo ammesso per tubi così arbitrariamente spaziosi, entra direttamente nell'interno del cilindro senza urti ed ostacoli.

3° Che nella stessa guisa il vapore sfugge agevolmente verso il condensatore.

4° Che il vapore ammesso e quello emesso non han fra loro alcunchè di comune, e per di più si trovano ambidue a contatto con luci aventi la loro stessa temperatura. Così rimane evitato che il vapore da condensarsi, spesso ad una temperatura minore di 80°, vada a lambire condotte portate a 250° dal vapore che giunge.

Per quanta però sia l'esattezza delle induzioni e delle conseguenze che l'analisi teorica e la forza del raziocinio basato su proprietà conosciute possano inferire, i risultati della pratica sono sempre di natura tale da sensibilmente modificarla. Onde si vede quanto l'applicazione delle teorie generali alla parte concreta della meccanica debba essere fatta con circospezione per conciliare con quelle le circostanze imprevedute, o insufficientemente calcolate, che la pratica rivela, e si deduce come i perfezionamenti successivamente introdotti nelle macchine a vapore dall'epoca della loro concezione, siano in ispecial guisa dovuti allo studio severo dei fatti sperimentali.

Questi perfezionamenti vediamoli per ordine e rapidamente nelle macchine locomotive.

CAPITOLO II.

Nozioni storiche e descrittive.

Per farsi un criterio dei rapidissimi e meravigliosi progressi che vennero gradatamente a ingigantire la nuova e superba invenzione delle macchine a vapore locomotive, conviene d'un tratto risalire alla prima origine di esse, e brevemente seguirle nei successivi stadi del loro perfezionamento: avvegnachè niuna cosa sia nello studio delle scienza più giovevole, ed atto ad una logica sintesi che l'analisi comparata dei fatti riferiti ad epoche differenti e lontane.

La prima applicazione suscettibile di qualche utilità, ha ormai un secolo di vita ed è dovuta al francese Cugnot, il quale valendosi d'una idea concepita dal dottore Robinson, costruì una specie di caretta composta di due longarine in legno sopportate da due ruote posteriori, e da una anteriore (*motrice*) che era rigata sulla sua circonferenza per meglio mordere il suolo della strada. L'asse di questa ruota comunicava col meccanismo di due cilindri verticali di ottone, funzionanti a semplice effetto e riceventi il vapore da una specie di caldaia sospesa sul davanti del carro e formata di un tronco di cono sormontato da una cupola quasi emisferica: il focolare trovavasi al disotto. Una simile macchina, quantunque, per essere sprovvista d'organi atti a dirigerla e padroneggiarla, non potesse funzionare regolarmente nè camminare velocemente ed in modo continuo, tuttavia provata a trascinare un forte carico, e non potendosene regolare la corsa, si precipitò sovra un muro e lo rovesciò.

Dopo Cugnot, dal 1773 fino al 1784, parecchi distinti ingegneri si applicarono al perfezionamento della nuova industria, ed Olivier

Evans che costruiva una vettura a vapore, la quale feci i suoi prim passi per le vie di Filadelfia, Galy-Cazalat, Dietz e Hamond che davano opera ad una vaporiera capace di trasportare da venti a trenta persone, tutti posero la loro pietra al grande edificio che ora è meraviglia e lucro all'epoca moderna.

Nel 1804 gl'ingegneri Trevithick e Vivian pei primi ebbero la felice idea di applicare la locomozione a vapore ad una strada ferrata, e le loro vetture generalmente consistevano in una cassa per ricevere il carico, con una caldaia ed un cilindro orizzontale che faceva agire la sala a gomito delle ruote motrici per mezzo di adatti tiranti. Ottenevano così di rimorchiare un carico di circa dieci tonnellate alla debole velocità di 8 km. all'ora, senonchè opponevansi allo sviluppo della loro invenzione i processi medesimi con cui guarnivano il cerchione della ruota per aumentare l'aderenza. Fondandosi sul medesimo errore. Blenkinsop nel 1811 costruiva una locomotiva in cui la caldaia era cilindrica a focolare interno, e montata sopra un'intelaiatura sopportata da quattro ruote la cui unica funzione era di sorreggere l'insieme sulle due rotaie; tale caldaia era sormontata da due cilindri motori verticali che comunicavano il moto ad un meccanismo precipuamente composto di una grande ruota dentata ingranante con una dentiera posta sul centro della via, cosicchè tutto lo sforzo di trazione si esercitava sulla rotaia dentata.

Tralasciando vari sperimentatori intermedi, citerò finalmente l'inglese Blakett che nel 1813 si può dire abbia risolto definitivamente il problema della locomozione riconoscendo la sufficienza delle ruote lisce riposanti su rotaie comuni per procacciare la necessaria aderenza quando il peso della macchina è considerevole.

A partire da quell'epoca la locomotiva potè assumere tutta la sua importanza, e l'ingegnere Giorgio Stephenson, il cui nome tanto fu reso celebre per il progresso ch'egli seppe imprimere alla costruzione di questa macchina, finì di assicurarle la grandezza cui doveva toccare. Egli dal 1814 al 1815, produsse successivamente parecchie locomotive

con caldaia a focolare interno, due cilindri verticali, tre paia di ruote poste in relazione, prima con una catena senza fine, poi due paia riunite soltanto con tiranti d'accoppiamento per utilizzare così l'aderenza collettiva; alle quali locomotive ben presto si arrecarono miglioramenti importanti benchè accessori, come il meccanismo dei carretti, le pompe d'alimentazione, le molle di sospensione, ecc., e così si poterono adottare durante circa quattordici anni, dopo di che esse entrarono senz'altro nel periodo della loro grande sviluppo.

Infatti nel 1828 Séguin immaginò con avventurata ispirazione di applicare la caldaia tubulare alle macchine locomotive facilitando il tirante nel focolare coll'iniezione del vapore nel camino. Fu allora che ogni ostacolo quasi magicamente scomparve, e che dalle officine di Stephenson nel breve lasso di tre o quattro anni uscì il tipo di quella ingegnosa macchina, nella quale si ravvisano infine tutti i principii fondamentali della costruzione moderna: ad essa è unito il *tender* o carro d'approvvigionamento. Di tale macchina non darò qui la descrizione, poichè in quanto si riferisce alle singole parti del motore essa riuscirà meglio completa nell'idea generale che io mi propongo dare di un tipo più moderno: ed in quanto riflette il modo d'agire del vapore, io mi asterrò dal farne parola per non entrare in un campo che estenderebbe asverchiamente i limiti del mio scritto. Dirò soltanto che in questa locomotiva non vi erano che due paia di ruote, eguali in diametro e motrici, essendo le medesime connesse con aste che abbracciavano manovelle montate all'estremità delle due sale e che vi si trovavano inoltre, con tutti i necessari dettagli, gli organi seguenti:

Meccanismo di cambiamento di marcia, corrispondente a due eccentrici circolari a dislocazione;

Doppio giuoco di pompe alimentatrici;

Apparecchi di sicurezza, robinetti scaricatori, molle di sospensione, dischi elastici per urto;

Freno sul *tender*, con cui si aumentava la resistenza per fermare il movimento delle ruote, ecc., ecc.

Il peso della macchina era di 6^{tonn.} 5 vuota, e di 8^{tonn.} in marcia, e poteva rimorchiare sopra una strada piana circa 60^{tonn.}, acquistando una velocità di 26 km. all'ora.

Descrizione generale del tipo usuale moderno, e classificazione. —

Prima di venire ai più recenti perfezionamenti di cui ai nostri giorni fu oggetto la costruzione delle macchine a vapore locomotive, gioverà farci di queste un criterio generale, nelle condizioni normali. E premetteremo anzitutto che una *macchina locomotiva* si può oggi definire come una macchina a vapore legata alla sua caldaia invariabilmente, e sopportata da un treno di ruote che le serva nel tempo stesso di *sostegno e d'apparecchio di propulsione*.

La caldaia è essenzialmente costituita da un *focolare* interno chiuso nella parte inferiore da una *graticola* portante il combustibile, circondato d'acqua nelle altre sue pareti, e comunicante con una serie di tubi orizzontali pure avviluppati d'acqua in cui passano i gas della combustione per portarsi al *cumino*; il tutto è compreso sotto un involuppo esterno formante la *caldaia propriamente detta*, la quale è costruita in modo da resistere a pressioni elevate. Il combustibile viene dallo scaldatore rinnovato nel focolare; l'acqua presa nel tender è rinnovata da *pompe alimentatrici* mosse dagli organi stessi della macchina. La produzione di vapore che deve effettuarsi nella *macchina a vapore* propriamente detta si trova dunque in modo regolare e continuo assicurata.

La macchina a vapore propriamente detta consta di due *cilindri*, in ognuno dei quali scorre uno *stantuffo* che raccoglie il lavoro del vapore e lo trasmette all'apparecchio; essi formano, per così dire, due macchine a vapore distinte conjugate ad angolo retto sulla sala motrice, ma esattamente simili e compienti identiche funzioni. Ogni cilindro è chiuso agli estremi da due coperchi, uno dei quali è bucato per dar passaggio al *gambo* dello stantuffo, ed offre alle estremità un'apertura allungata che forma l'orifizio delle *luci* o *condotti* d'introduzione del vapore; le *luci d'introduzione* vengono a far capo per due orifici ret-

tangolari ad una superficie piana opportunamente disposta che porta il *cassetto di distribuzione*, Questo cassetto, sorta di recipiente in ferro fuso che serve ad imprimere il moto d'andivieni, è avvolto in una scatola fissata al cilindro, che a volontà si pone in comunicazione colla caldaia.

Sotto il cassetto e fra le due luci d'introduzione viene a sboccare una terza luce della stessa lunghezza che le altre due, ma più larga e facente capo ad un tubo la cui estremità sbocca nel camino e comunica per tal guisa coll'atmosfera; essa rimane costantemente coperta dal cassetto e serve all'efflusso del vapore che ha funzionato nel cilindro.

Quando gli elementi della macchina sieno in posizione tale che risulti aperta la luce d'ammissione, il vapore affluendo costantemente nella scatola del cassetto, penetra nel cilindro per la luce aperta ed esercita sullo stantuffo una pressione che lo pone in moto spingendolo verso il fondo opposto del cilindro. Se supponiamo che, per una adatta combinazione di meccanismo, all'istante in cui lo stantuffo giunge al fine della sua corsa, il cassetto si sposti e venga ad occupare una diversa e determinata posizione, cesserà il vapore d'affluire nella faccia posteriore dello stantuffo, mentre quello che vi sarà accumulato uscirà per la luce che prima serviva all'introduzione, e si lancerà nell'atmosfera; dall'altro lato invece il vapore affluirà nella faccia anteriore dello stantuffo e lo farà retrocedere determinandovi una certa pressione. Un altro spostamento del cassetto, il quale sarà ricondotto alla sua prima posizione nel momento in cui lo stantuffo finisce la sua corsa, invertirà il giuoco del vapore, e lo stantuffo, novellamente compresso sulla sua faccia posteriore, riassumerà il primitivo suo moto.

Da questa semplice analisi risulta già come si possa raccogliere il lavoro somministrato dalla forza elastica del vapore, e costringerlo ad imprimere allo stantuffo della macchina un movimento di andivieni indefinito.

Per produrre il moto del cassetto in relazione con quello dello stan-

tuffo, e giungere cioè ad ottenere una macchina che, posta una volta in azione, per^{petui} da sè stessa le proprie funzioni, si fa ricorso a quanto costituisce quel meccanismo ingegnossissimo che chiamasi di *distribuzione del vapore*, e del quale sarebbe certo superiore ai limiti di questo breve scritto il dare una descrizione completa ed abbracciante le numerose modificazioni da esso subite dopo la sua invenzione. Il moto del cassetto è preso sulla *sala motrice*, sulla cui manovella agisce per via d'un'asta il gambo dello stantuffo, imprimendole un movimento di rotazione attorno al suo asse di figura; basta per ciò che il raggio della manovella eguagli esattamente la metà della corsa dello stantuffo. Quando lo stantuffo è all'estremità della sua corsa, il suo gambo, l'asta e la manovella si trovano sopra una medesima linea retta passante per l'asse del cilindro: la manovella poi è nel *punto morto* e può seguire lo stantuffo nella sua corsa retrograda.

La sala, così posta in moto dallo stantuffo, fa agire il cassetto di distribuzione per mezza d'una manovella secondaria di piccolo raggio, la quale imprime in virtù di un'asta un moto d'andivieni al gambo del cassetto, e quindi al cassetto medesimo. La manovella di distribuzione è disposta ad angolo retto colla manovella dello stantuffo; e quando il moto traslatorio di questo si rallenta per fermarsi e cambiar di verso alla estremità della corsa, la velocità del cassetto si accelera per raggiungere il suo massimo e viceversa. Si concepisce dunque che ove il cassetto sia costruito in modo che i due risvolti estremi abbiano uno spessore esattamente eguale alla larghezza delle luci, e ove se ne regoli la lunghezza in guisa che i risvolti del cassetto medesimo chiudano esattamente le luci all'istante in cui lo stantuffo giunge al fine della sua corsa, cioè quando comincerà questo il suo moto retrogrado, il cassetto smaschererà rapidissimamente la luce che deve lasciar passare il vapore, poichè esso si troverà allora in una posizione vicinissima a quella corrispondente alla massima velocità.

In pratica si sostituisce alla manovella di distribuzione un *eccentrico* calettato sulla sala a cui è unita l'asta di distribuzione, che prende allora

il nome di *sbarra dell'eccentrico*, il centro del *collare* dell'eccentrico coincidendo sempre con quello del *disco*, il moto della sbarra dell'eccentrico succede come se essa fosse comandata da una manovella il cui raggio fosse esattamente eguale alla distanza fra l'asse della sala e il centro del disco eccentrico.

Nelle macchine attualmente costruite i cassetti sono adattati verticalmente ed obliquamente ai cilindri e il gambo di ogni cassetto è fatto agire direttamente dall'eccentrico, il cui movimento viene rinviato all'altezza del gambo stesso mercè una leva mobile attorno ad un asse di rotazione quando i cassetti sono situati orizzontalmente e al disopra dei cilindri.

Questa breve descrizione dimostra quale sia il giuoco relativo dello stantuffo e del cassetto, organi principali della locomotiva, e come il moto indefinito della macchina sia assicurato quando il vapore venga in quantità sufficiente fornito dalla caldaia.

Tender. — Il tender propriamente detto è un carro portante il combustibile, l'acqua, gli attrezzi, le materie per ingrassare i giuochi e tutto ciò che è necessario all'alimentazione od al servizio della locomotiva; è a questa accoppiato, e può esserne disgiunto togliendo la *sbarra di trazione*. Dietro il punto di vista degli approvvigionamenti esistono da qualche anno due sistemi diversi: le *macchine tender*, nelle quali la macchina porta da sé le sue provvisioni senza il soccorso di un carro addizionale e le *macchine Engerth* in cui il tender, quantunque costituente un veicolo completo, diventa tuttavia parte integrante della locomotiva. Gli ultimi modelli di tender adottati in Inghilterra ed in Francia contengono in via ordinaria da 6 ad 8 m³ d'acqua e da 100 a 3500 chil. di coke.

Il tender è sempre munito di un freno che agisce, a seconda dei casi sopra uno, due o tre paia di ruote, e si rilega al convoglio rimorchiato per mezzo di una sbarra e di un gancio di trazione, nonché di due dischi da urto elastici, i quali nelle officine delle ferrovie dell'Alta Italia si costruiscono interamente di ferro con molla interna; posteriormente

esso porta una cassa racchiudente gli oggetti più indispensabili ad ogni eventualità e anteriormente, sulla cassa dell'acqua, alcuni ripostigli per minuti attrezzi ed utensili diversi.

Generalità sopra alcuni sistemi speciali. — Il tipo di locomotiva di cui diedi ora un'idea generale è per il quale il tender è il complemento obbligato, è quello che generalmente s'impiegò dal 1830 in poi: esso non ricevette miglioramenti che nelle parti secondarie e specialmente nell'accrescimento delle dimensioni, le quali pare abbiano raggiunto e talora sorpassato ciò che può comportare la resistenza all'usura degli organi in contatto. Tale macchina creata per percorrere distanze più o meno considerevoli, per istrade a lievi declivii e curve di grandi raggi, per velocità sufficienti e carichi moderati, pare risponda al suo scopo, e nulla fa prevedere sia per essere sostituita.

Ma all'infuori di queste condizioni, che sono pure le più comuni, la considerazione di particolari circostanze condusse alla creazione di molti tipi speciali. Fra queste circostanze giova notare: il piccolo raggio delle curve, la forte inclinazione delle rampe, l'economia del peso morto, l'aumento della forza sia per l'aderenza, sia per l'accrescimento della superficie di riscaldamento, l'inutilità di una grande provvisione d'acqua e di coke per le piccole distanze, la facilità di manovre, ecc.

Un primo tipo speciale, il più antico e forse il più generalmente impiegato, quando si considerino nel loro insieme tutte le strade ferrate in generale, è il *tipo americano*, di cui parleremo più innanzi. In esso le ruote anteriori delle macchine comuni sono sostituite da un *carretto*, od *avantreno* a quattro ruote montate sopra speciale intelaiatura, mobile attorno ad un perno un pò avanti al suo centro di figura: mentre una sola ruota metrice avanti al focolare completa il sistema. Senonchè esso ha due inconvenienti: 1° le ruote anteriori non possono essere accoppiate, e quindi si perde aderenza: 2° non è suscettibile, senza pericolo, di una velocità che solo sorpassi i 45 a 50 km. all'ora. Non si potrebbero dunque tali macchine raccomandare che per istrade d'im-

portanza secondaria, a deboli pendenze, ma tracciate in terreni sinuosi con ripetute curve di raggi inferiori a 250 o 300 metri.

Come altro tipo speciale, avuto riguardo all'ordine cronologico, citerò le macchine che funzionano nella strada ferrata da Torino a Genova per assicurare il servizio nella rampa dei Giovi (35 per mille). Tali macchine che, come vedremo nel capitolo concernente l'Italia, furono poi sostituite dalle locomotive Beugnot, invece di avere una sola caldaia con dimensioni limitate, e somministrante il vapore ai cilindri ad essa addossati, hanno la metà del tender sulla caldaia, e la metà della caldaia sul tender: risultano così due macchine-tender accoppiate a ridosso, in modo da costituire una sola macchina condotta da un solo macchinista e da un solo scaldatore. Ciascuna di queste macchine è a quattro ruote per il passaggio delle curve di piccolissimi raggi, e le ruote con piccolissimo diametro per aumentare la potenza di trazione. Tale disposizione che fu presentata al concorso del Semmering, e che è inizialmente dovuta all'ingegnere Sommeiller, costituisce dunque una macchina a otto ruote, liberamente articolata nel suo mezzo, e capace di rimorchiare a piccola velocità, in curve di piccoli raggi, carichi molto pesanti.

Citerò finalmente, come altro tipo speciale, la macchina Engerth, ideata dall'ingegnere austriaco di questo nome per risolvere la questione del Semmering, questione che consisteva nell'ottenere in una sola macchina una ragguardevole potenza di trazione, ed un'attitudine a funzionare sopra curve aventi 180 metri di raggio. Engerth riunì il tender alla macchina facendogli sopportare una parte del peso di questa, e per mezzo di un ingranaggio legò le ruote del tender a quelle della macchina in modo da far concorrere le prime all'aderenza: cioè, un paio delle ruote del tender fu da lui situato anteriormente al focolare della macchina, e quindi la chiavarla d'attacco sotto al corpo cilindrico. Egli fece inoltre riposare la massa del focolare su le traverse del tender, cosicchè poté attribuire al focolare dimensioni fino allora inusitate, ed aumentare in proporzione la superficie di riscaldamento dei bollitori.

L'intelaiatura della macchina, presa nel suo insieme, è spezzata verso il suo mezzo, e sopportata da due treni di ruote presentanti ciascuno poco scarto fra le sale estreme, cosicchè può la macchina facilmente circolare in curve di piccoli raggi.

Tre ingranaggi di diametro eguale, l'uno sulla sala posteriore della macchina, l'altro sulla sala anteriore del tender, il terzo intermediario obbligato per far succedere il moto di rotazione dei due altri nel medesimo verso, sono situati abbastanza vicini al punto d'articolazione perchè al passaggio delle curve il sistema non sia sensibilmente disturbato. Fatti di acciaio fuso, preservati da un inviluppo, questi ingranaggi funzionavano in modo abbastanza soddisfacente, quando i pezzi della macchina erano bene equilibrati, e presentavano quindi la maggior possibile stabilità.

La macchina Engerth così costituita potevasi ritenere conveniente in tutti i casi per il servizio dei viaggiatori e delle merci sopra strade tracciate con curve di piccolo raggio, ordinariamente inferiore a 250 o 300 metri. Senonchè essa consumava troppo durante le manovre, ed inoltre gli urti e i controutti ne scuotevano il meccanismo in prossimità del punto d'attacco del tender colla macchina; di più presentava l'inconveniente dalla difficoltà di separare il tender della macchina, inconveniente che però fu poi alquanto attenuato colla macchina Eugerth a otto ruote accoppiate, nella quale bastava togliere le chiavarde della traversa d'attacco per disgiungere il tender senza sollevare la macchina.

In appresso Engerth, riconoscendo pure l'inopportunità pratica degli ingranaggi, li tolse, modificando essenzialmente la sua locomotiva, siccome vedremo.

Condizioni generali a cui deve soddisfare una macchina locomotiva.

— I tipi speciali di locomotive che precedentemente accennai, ed ai quali fanno seguito moltissimi altri, nonché tutti i perfezionamenti arrecati alla struttura generale delle locomotive dall'epoca della loro invenzione primitiva, conducono ad intravedere come il fine a raggiun-

gersi si raggiuri sempre sopra l'adempimento delle seguenti principali condizioni :

1° Estendere la superficie di riscaldamento in modo che sia in rapporto colla potenza di trazione di cui la si vuole capace.

2° Fissare il suo peso e la distribuzione di questa sulle sale in guisa da raggiungere la necessaria aderenza senza sensibilmente sorpassare un massimo di 10 tonnellate per sala, ciò che suppone già rotaie solidissime, ed incastrate in sostegni sufficientemente ravvicinati.

3° Limitare il deviamiento delle sale estreme, in conformità della curvatura della strada nella quale un veicolo rigido non potrebbe passare ove eccedesse una determinata lunghezza.

4° Trattandosi di una macchina a grande velocità, dare alle ruote il maggior possibile diametro, senza tuttavia compromettere la stabilità della macchina.

5° Ripartire tutte le parti della macchina sopra i suoi sostegni (le sale), in guisa da evitare ogni posizione in falso, cagione di instabilità.

6° Combinare finalmente la velocità di traslazione, il diametro delle ruote motrici, e lo sforzo di trazione dietro il punto di vista di non moltiplicare troppo le pulsazioni del meccanismo, senza però limitarle al punto di dare al meccanismo stesso esagerate dimensioni

Classificazione. — Avuto riguardo agli enunciati principii generali, fra i diversi tipi di macchine locomotive che furono ideati si riconoscono subito i seguenti caratteri :

1° Il numero delle coppie di ruote, ed il riparto loro per rapporto all'insieme della macchina.

2° L'isolamento della sala motrice, o il suo connettersi ad una o a tutte le altre sale.

3° La posizione dei cilindri, orizzontali o inclinati, interni od esterni alla intelaiatura della macchina.

4° Finalmente la potenza stessa della macchina caratterizzata soprattutto dalla maggiore o minore estensione della superficie di riscaldamento.

Ora non potendo evidentemente la stessa macchina possedere unite le proprietà di velocità e potenza di trazione al più alto grado, le modificazioni essenziali che distinguono una macchina da un'altra, e la natura del servizio, danno luogo alle seguenti quattro classi principali di macchine che mi basterà semplicemente enumerare :

1^a *Locomotive-viaggiatori.*

2^a *Locomotive-merci.*

3^a *Locomotive-miste.*

4^a *Locomotive-tender.*

Le locomotive si dividono poi anche in macchine a *cilindri interni* ed a *cilindri esterni*. Le prime, avendo i cilindri posti fra le due ruote di una medesima sala, e quindi tra le rotaie della strada, offrono maggiore stabilità ed un moto più regolare quantunque la loro sala motrice non sia retta, e riesca quindi di più difficile fabbricazione : le seconde, avendo i cilindri collocati fuori dell'ossatura, ed a perpendicolo sull'esterno della strada, offrono maggiore semplicità di costruzione, benchè minore sicurezza sul riguardo della stabilità. Finalmente si possono ancora classificare le locomotive dalla *posizione delle ruote*. Ed invero il bisogno di una grande potenza vaporizzatrice avendo fatto abbandonare le macchine a 4 ruote, si collocò una sala dietro al focolare, lasciando le ruote motrici in mezzo : così l'aumentarsi del numero dei punti d'appoggio permise di aumentare le dimensioni della caldaia. Crampton portando la sala motrice dietro al focolare, e ponendo le sale estreme distanti fra loro di 4^m, 86, potè dare un grandissimo diametro alle ruote motrici, aumentare considerevolmente la superficie di riscaldamento e il numero dei bollitori, ed ottenere così una straordinaria potenza vaporizzatrice, e quindi una grande velocità.

Numerosi sono poi i diversi tipi speciali, e molti di essi ben potrebbero per la importanza loro assumere natura e denominazione di classe, ma lo spirito sintetico dell'umano progresso preferì anche in questo ramo di scienza raggruppare sotto ampie categorie i portati della invenzione per dar campo così agli studi tecnici ed alle analisi statistico-

comparative di abbracciare l'incremento industriale di più generazioni.

Non io sarò dunque chi accennerà a nuove divisioni, e se ne varrà per agevolarsi il compito impresso, anzi per il carattere speciale che tentai dare a questo scritto parvemi più adatto, siccome dissi da principio, lo abbandonare completamente le classificazioni teoriche che ora accennai, siccome mal tolleranti un leggiero esame, ed attenermi soltanto alle distinzioni di nazionalità, da cui suole emergere più completo il criterio comparato sui perfezionamenti scientifici e sociali dell'umanità. Così ripartii la materia in quattro capitoli desumenti il loro titolo rispettivo dall'Italia, dalla Francia, dall'Inghilterra e dall'America, facendoli precedere da alcuni cenni sopra i particolari delle moderne locomotive, e seguire da qualche breve ragguaglio sopra gli ultimi sistemi speciali conosciuti.

Dell'Italia dovrò dire in modo generale, poichè nei limiti dell'argomento poco in verità vi sarebbe.

Se alcuno poi trovasse strano avere io trascurato altre nazioni forse superiori industrialmente alla prima, risponderai questa dover formare di sua natura il primo oggetto della mia attenzione: quelle poi offrire poco di saliente a fronte delle altre tre di cui discorrerò, ed a cui tanto deve l'epoca nostra.

CAPITOLO III.

Particolari delle locomotive moderne.

Due sono i principali risultati che si prefigge raggiungere la costruzione ordinaria delle moderne locomotive : 1° bruciare il fumo ed abilitare il carbone anziché il coke ad essere interamente od in parte consumato nel focolare : 2° realizzare la maggior possibile potenza di trazione, rendendo atta la macchina a trascinare treni pesanti sotto velocità ragguardevoli. Finora però la completa soluzione del duplice problema è ancora un desiderio, avvegnachè dei vari sistemi che furono all'uopo proposti nessuno siasi dimostrato adatto a realizzarla senza inconvenienti pratici, e senza quella mostruosità di costruzione che coll'aumentare a dismisura le dimensioni dei vari organi ne rende svantaggioso l'impiego.

Circa i *focolari fumivori*, atti specialmente alla combustione del litantrace senza produzione di fumo, l'esposizione universale del 1882 era assai ricca. Tuttavia, per le molteplici varietà di litantrace, e per le condizioni non ancora abbastanza soddisfacenti della combustione nei diversi focolari conosciuti, è ancora desiderabile che nella forma e disposizione dei focolari si lasci il maggior possibile campo all'iniziativa.

Intanto non sarà inutile di ricordare le condizioni principali che devono essere soddisfatte affinchè la combustione sia completa. Esse sono tre.

1° Introdurre attraverso la graticola, o altrimenti, una quantità d'aria sufficiente a che, da un lato, la combustione sulla graticola si faccia ad una temperatura conveniente (600 a 650°), temperatura che è neces-

saria alla combustione successiva dei prodotti gazzosi che si sviluppano, e dall'altro resti ancora sufficiente aria per bruciare tali prodotti.

2° Determinare un intimo miscuglio tra l'aria immessa ed i gas sviluppati dal combustibile, e per questo, rompere il parallelismo che si stabilisce tra essi e che si manterrebbe fino al loro uscire se nulla vi si frapponesse.

3° Mantenere la combustione, e soprattutto i suoi prodotti gazzosi, alla temperatura sopraindicata fino a che essi sieno interamente consumati. Devesi quindi preparare alla fiamma un cammino abbastanza esteso affinchè essa non tocchi le pareti da riscaldarsi che all'istante in cui la combustione è completa : altrimenti si raffredderebbe, e la sua combustione rimarrebbe interrotta.

I migliori sistemi sono quelli per cui macchinista e scaldatore, possono, facendo strada, e senza abbandonare la loro piattaforma, scorgero il focolare, alimentarvi quella quantità d'aria che gli spazi liberi della graticola non forniscono con sufficiente abbondanza durante certi periodi della combustione, muovere la graticola dal disotto, o ripulirla dal disopra, e rimanere insomma padroni del focolare sia per attivare o regolare la combustione, che per rinnovarne la carica. Ma conviene pure osservare che attualmente non vi è migliore focolare possibile senza esperti macchinisti e scaldatori. Infatti propagandosi sempre più l'economico uso del litantrace, il bruciarlo senza notevoli inconvenienti dipende essenzialmente dall'abilità e dall'occhio pratico del macchinista e dello scaldatore.

In alcune ferrovie italiane per esempio pare si conosca a perfezione l'arte di disturbare il viaggiatore bruciando litantrace in focolari ordinari, senza precauzione veruna : centomila franchi di ammenda per ogni caso di mancata asfissia costituirebbero forse un rimedio opportuno.

I vari progetti stati fin qui proposti per bruciare il fumo nelle locomotive sono per la maggior parte riproduzioni di antichi progetti già sperimentati e successivamente abbandonati nelle macchine terrestri e

marine. Essi si fondano o sul principio d'introdurre aria al disopra del carbone, o su quello di adottare una sufficiente area di graticola ed un fuoco relativamente piccolo per abilitare il volume d'aria necessario all'abbruciamento del fumo a passare attraverso il fuoco, mentre il fumo è condotto fra mattoni caldi, o ceneri incandescenti, onde ottenere una più efficace unione dell'ossigeno non combinato nell'aria col carbonio non consumato col fumo. Ma tutti, insufficienti allo scopo, diminuiscono il fumo senza pertanto opporsi al suo sviluppo, e sono piuttosto ingegnosi pretesti per sostituire legalmente di fronte ai sindacati governativi l'uso di combustili diversi a quello del coke.

Intanto non sarà inutile il passare brevemente in rassegna qualcuno dei metodi adottati nelle locomotive brucianti carbone.

Fra questi i più interessanti sono dovuti a Gray, Dewrance, Jarrowe Connel, Beattie, Cudowrt e Tembrinck, ed anzi altri riceveranno applicazione abbastanza estesa. Nell'apparecchio di Connel il focolare, è longitudinalmente diviso da uno spazio pieno d'acqua in modo da formare in realtà due forni distinti simili a quelli delle caldaie marine l'aria viene ammessa da parecchie aperture del fronte e dei lati del focolare, ed i tubi sono talmente contratti nel cilindro della caldaia da lasciare spazio per una camera di combustione in cui il fumo può rimanere ed essere abbruciato.

Una simile camera di combustione è impiegata in qualcuna delle caldaie di Beattie, ed un eccellente e recente esempio è somministrato dalla locomotiva-*express* che dal 1864 fa il servizio dei passeggeri fra Londra e la strada ferrata del Sud-Est, e che è rappresentata nella Tav. I, fig. 2. In tale locomotiva sono da notarsi le seguenti dimensioni:

Diametro dei cilindri.....	0=43
Corsa dello stantuffo.....	0=56
Diametro della caldaia.....	1=22
Lunghezza id.	2=99
Lunghezza del focolare.....	1=37

Larghezza del focolare.....	1 ^m 22
Superficie di riscaldamento del focolare e della camera di combustione	16 ^m ·9·03
Superficie di riscaldamento dei tubi.....	58 ^m ·9·29
Superficie totale di riscaldamento.....	74 ^m ·9·32
Diametro delle ruote motrici (accoppiate).....	2 ^m 13
id. delle ruote anteriori.....	1 ^m 22
Distanza fra gli assi delle ruote anteriori e delle ruote motrici.....	1 ^m 89
Distanza fra gli assi delle ruote motrici e delle ruote portanti.....	2 ^m 44
Lunghezza totale della base costituita delle ruote.	4 ^m 33
Peso totale, oltre a.....	32 ^{tonn} ·

Il peso totale è distribuito nella ragione di 12 tonnellate sulle ruote portanti, 14 sulle conduttrici e 9 sulle motrici.

Di tali macchine molte vennero costruite e molte sono in corso di costruzione. Il loro consumo di carbone si può ritenere di 10^{rs},80, sulla base di 15 veicoli, quantunque ne trascinarono fino a 30 ; la velocità per i treni diretti è di 50 miglia inglesi all'ora, per i treni ordinari di 30 a 40 veicoli ; le aste degli stantuffi, le aste di conversione, di accoppiamento e di comando, i cerchioni delle ruote, ed altri organi sono in acciaio *Bessemer*.

Il fumo vi è bruciato mercè un forno diviso in due da un ponte inclinato pieno d'acqua che corre dall'uno all'altro dei focolari, e lo spazio tra esso e la porta del focolare è coperto da un blocco di terra refrattaria traforata ; cosicchè vien formato una specie di forno chiuso da cui il fumo può sfuggire attraverso i fori che vi sono praticati. Tale forno è provvisto di una porta ordinaria situata però alquanto più alta del comune, e lo scompartimento vicino ai tubi può essere alimentato con coke, mentre l'altro è alimentato con carbone. Il fumo sfuggendo attraverso i fori è diretto dal ponte sospeso verso il coke incandescente, ed è così consumato in grande quantità : i prodotti della combustione

passano attraverso brevi tubi nella camera di combustione, e da questa ai bollitori. Queste macchine sono anche fornite di un apparecchio riscaldatore dell'acqua di alimentazione, il quale impiega una porzione del vapore che ha agito; quindi il Sig. Beattie non poté più valersi dell'iniettore Giffard, e la sua caldaia è alimentata da pompe nel modo ordinario.

— Singolare è pure il forno della locomotiva di Cudworth. Esso è molto lungo e posto al disopra di una sala posteriore, mentre la graticola è inclinata ed inferiormente fornita di una porta girevole per cui viene scaricata a fuoco spento; la porta è traforata per l'ammissione a traverso di essa dell'aria necessaria.

Sulla graticola sta un fuoco sottile, e la nuova provvigione è soltanto operata a gradi durante la combustione della estremità superiore, dimodochè la fiamma si fa bianca inferiormente. I gas sviluppati dalla nuova provvigione, misti all'aria che passa attraverso la porta e la graticola, sono sufficientemente riscaldati nel loro cammino per infiammarsi nei tubi, cosicchè maggiore quantità di fumo viene consumata. Questa macchina ha inoltre il vantaggio che il focolare sporgendo sopra la sala posteriore, il peso sulle ruote accoppiate è controbilanciato, poichè il peso totale della macchina rimane così uniformemente distribuito su tutte le ruote.

Assai simile alla locomotiva di Cudworth è quella di Sharp, Stewart e Comp., a sei ruote accoppiate, che brucia carbone, e che fu specialmente costruita per un traffico attivo di merci sopra una linea a forti pendenze ed a curve di raggio piccolissimo.

Venendo all'apparecchio del signor Tembrinck, (Tav. II, fig. 3) esso si compone essenzialmente di un parafuoco che costringe la fiamma sviluppantesi dal combustibile ad attorniarlo invece di lasciarla direttamente avviarsi verso i tubi: un adatto restringimento fa deprimere i gas al loro passaggio, ciò che serve a distruggere una parte del loro parallelismo. Per aiutare la fumivortà di questa disposizione, si lascia entrare l'aria di tratto in tratto dalla porta del focolare, ma sempre in

modo ch'essa traversi perpendicolarmente la direzione dei gas mentre passano per il restringimento. Siccome poi il parafulco non resisterebbe all'azione violenta della combustione, esso fu convertito in un bollitore pieno d'acqua, ciò che però ha l'inconveniente di raffreddare troppo la fiamma. L'invenzione di questo apparecchio è quasi contemporanea a quella di Clarck.

Ma tutti questi sistemi, ed altri che non indicai, conservano ancora più o meno considerevolmente il difetto di un insufficiente passaggio d'aria attraverso la graticola, difetto che non potrebbe essere riparato in modo conveniente né dall'uso di grosso carbone né dall'aumentare la superficie della graticola, né dall'impiego di un tiraggio più energico.

Si è quindi costretti ad attenersi all'introduzione diretta nel focolare di un complemento d'aria in condizioni utili, e con disposizioni nuove e diverse da quella immaginata dal Clarck. A tale effetto serve ora efficacemente un apparecchio *soffiatore* consigliato dal sig. Turck, fondato sulla proprietà che hanno i fluidi, dotati di grande velocità, di trascinarsi vicendevolmente per contatto laterale; questa proprietà lascia arguire che il trascinamento sarà tanto più attivo quanto più il fluido in moto presenterà una superficie di contatto considerevole, cioè quanto più effluirà da un orifizio di grande diametro. Tale apparecchio consiste in un boccolare atto a soffiare un miscuglio d'aria e vapore nel focolare; esso è provvisto di un orifizio anulare, ed un otturatore lo riempie in modo da non lasciare che un intervallo circolare di $\frac{1}{10}$ di millimetro nel senso del raggio. Il boccolare avendo 0^m, 010 di diametro, si ha una sezione di soli 3 millimetri quadrati ed una circonferenza di 31 millimetri che agisce sul trascinamento del fluido. Di più l'otturatore è cavo, e permette all'aria di penetrare nell'interno del getto di vapore, cosicchè si ha una seconda circonferenza di 23 millimetri, ed un trascinamento che si aggiunge al primitivo.

Questa particolare disposizione ha per effetto di evitare l'inconveniente risultante da che la dispensa del fluido motore cresce in ragione del quadrato del diametro dell'orifizio d'efflusso, mentre la quantità di

fluido trascinato non cresce che come il diametro dell'orifizio stesso.

Un altro particolare delle moderne locomotive è l'aumento del peso servente all'aderenza, ed il processo impiegato per effettuarlo in grande proporzione consiste nel far concorrere a tale peso le provvisioni d'acqua e di combustibile che la macchina deve necessariamente trasportare; e invero l'utilizzare questo peso è spedito logico ed adottato già in molte macchine locomotive con felice successo. Engerth stesso lo tentò per le macchine di grande potenza, benchè con risultato non troppo favorevole; ma le ferrovie del Nord della Francia, più fortunate, lo fecero funzionare con eccellenti risultati nelle locomotive per le forti rampe ed anche in quelle a 4 cilindri e a 2 gruppi di 3 sale accoppiate da esse sperimentate: non è però da nascondersi che usaron deboli provvisioni.

In Inghilterra generalmente il peso servente all'aderenza è al più di 14 tonnellate per le locomotive ad una sola sala motrice (grandi velocità), di 11^{tonn.}5 per sala nelle locomotive a due sale motrici (servizio normale dei viaggiatori), e da 10^{tonn.}5 a 11 per sala nelle locomotive a tre sale accoppiate (merci). Invece in Francia tale peso è costante per un medesimo tipo, ad eccezione delle macchine ad una sola sala motrice, in cui esso è talora di 13 tonn. e del tipo di locomotiva a quattro sale accoppiate, che è il più comunemente adottato ed in cui esso varia da 10 a 11 tonn. per sala.

Apparecchi d'alimentazione. — Le pompe alimentatrici a grande corsa e munite di serbatoi d'aria tanto per l'aspirazione quanto per la compressione sono ora quasi dappertutto sostituite dagli iniettori Giffard, di cui in generale se ne pongono due per macchina.

L'iniettore Giffard è certo uno dei più utili e perfezionati organi delle macchine a vapore locomotive, e la ferrovia d'Orleans in Francia ne presenta un sistema assai degno di attenzione, Mi basterà però citare il fatto materiale che ad esso è dovuto, bastando questo a rendersi ragione dell'apparecchio.

Il vapore giunge in una specie di imbuto conico convergente oppor-

tunamente disposto: uscendone esso entra in un'altra camera convergente che suol prendere il nome di *camino*, in cui esso aspira per forza di attrazione l'acqua fredda: all'estremità di tale camino il miscuglio di vapore condensato e di acqua entra per un tubo addizionale divergente nella caldaia con una pressione sufficiente a vincere la pressione interna, dimodochè l'alimentazione è assicurata in condizioni vantaggiosissime. Questo strumento, oltre ai pregi suoi naturali che indussero a rinunciare al riscaldamento dell'acqua nel tender, ha sulle pompe alimentatrici comuni la superiorità non lieve di essere indifferente alla velocità del cammino.

I sigg. Sharp modificarono recentemente l'apparecchio, facendo mobile il cono divergente, dando il movimento per mezzo di un'asta dentata, e sopprimendo le guarniture dell'aspirazione e della compressione. Per assicurare poi l'aspirazione, qualunque sia lo stato dell'apparecchio sul tubo del vapore è preso un piccolo getto che viene inviato a volontà nel tubo di scarica, e che non solo si oppone al rientrare dell'aria, ma aumenta l'aspirazione del getto principale, migliorando il funzionare dell'apparecchio.

Disseccamento del vapore. — Il capitale difetto dell'apparecchio che serve nelle macchine alla generazione del vapore consiste in che la tumultuosa ebollizione risultante nei focolari dall'attività della combustione ha per effetto d'introdurre nei cilindri motori una considerevole quantità d'acqua mescolata al vapore. Quindi l'attuazione di *apparecchi essicatori*, i quali, di diversa natura, sono però tutti fondati sul sistema di far passare il vapore destinato ai cilindri per superfici riscaldate che convertono in vapore le gocce d'acqua trasportatevi in virtù della velocità d'efflusso. Tali apparecchi, i quali evidentemente producono un disseccamento di vapore, anziché un soprariscaldamento, devono essere disposti in modo da non presentare ostacolo alcuno al libero transito del vapore, affinché pel fatto dell'accrescimento della velocità d'efflusso non venga a scemare la pressione, e ciò perchè i fluidi nelle condotte perdono in pressione quanto acquistano in velocità.

Sotto tale condizione sono i disseccatori del vapore da ritenersi utilissimi per le caldaie tubulari, in quanto specialmente essi sono così suscettibili che si oppongono spesso alla intera apertura del regolatore, e ciò anche quando l'introduzione del vapore nei cilindri non si compie che durante una parte della corsa dello stantuffo.

Caldaia. — La forma detta Crampton è molto adottata, come vantaggiosa per la sua camera del fuoco esterno: i costruttori cercano evitare l'indebolimento dovuto alle connessure, e ripiegano spesso ad angolo retto gli orli delle lamiere raccordantisi col focolare o colla camera del fuoco. Il focolare rigonfiato è il più in uso, ed in molti casi la generatrice superiore è notevolmente più elevata che quella del corpo cilindrico.

Nelle armature delle caldaie sono sovente impiegati i regoli che vanno da un capo all'altro della caldaia stessa, o che si riattaccano obliquamente agli anelli del corpo cilindrico. Talora lo stesso tubo di presa del vapore serve di armatura, e il vapore vi giunge dalla sua camera per una serie di piccoli tubi.

Sale e fusi. — In parecchie officine si fanno le sale motrici rette ed in acciaio, e si tenta pure di farle a gomito in acciaio Bessemer. I fusi conici sono molto impiegati nelle macchine inglesi, ma d'ordinario si fanno retti.

Contrappeso. — Attualmente pare predomini il far equilibrare la totalità del moto alternativo, anche per macchine a cilindri interni ed a ruote motrici molto caricate, in guisa che non si tien conto del sovraccarico che può risulterne nelle grandi velocità a danno dei cerchioni. D'altra parte si trascura in generale lo scartamento dei cilindri, e si pone quasi sempre il contrappeso opposto alle manovelle. Nelle macchine a ruote accoppiate e cilindri interni, spesso non esiste contrappeso che sulla ruota motrice; ordinariamente poi questi contrappesi sono fusi colle ruote, e nelle macchine di Sinclair si confondono col quarto della ruota in forma di saliente interno.

Cilindri. — In molte macchine a cilindri esterni la lamiera della ca-

mera del fumo avvolge i cilindri, i quali possono allora considerarsi come in questa rinchiusi: in alcune di Beattie i cilindri sono muniti di un primo involuppo in lamina d'acciaio comunicante col vapore della caldaia.

È poi cosa importantissima che i cilindri, come le valvole, sieno costruiti col più duro metallo possibile, poichè da ciò appunto dipende la loro durata. Le ultime macchine Stephenson in grazia della costituzione metallica dei loro cilindri, appena intaccabile dalla lima, funzionarono per quattro anni consecutivi, ed alcune giunsero anche ai sette senza esigere considerevoli riparazioni: fu appunto in riguardo a siffatte considerazioni che l'impiego dell'acciaio invalse nella composizione metallica delle moderne locomotive.

L'acciaio, il cui difetto di omogeneità fu per molti anni oggetto di erronee conclusioni, si può ora ottenere in massi fusi aventi così al centro che al perimetro una costituzione ed una grana della stessa omogeneità e della stessa finezza; questi massi lavorati con magli a vapore sono suscettibili di offrire una grana ancora più fina ed una costituzione più omogenea e più eguale. Cosicchè, la resistenza del metallo fuso essendo già d'assai superiore a quella del ferro, vedesi facilmente in quale considerevole proporzione venga essa ad aumentare per tale operazione. Quindi i pezzi in acciaio che ultimamente si applicarono alle locomotive destarono serio interesse, poichè il miglioramento che da essi ne derivò alla costruzione della caldaia, dell'intelaiatura, delle ruote e del meccanismo fu notevolissimo: diminuzione assai sensibile nel peso, e resistenza molto superiore. Vantaggi questi non mai abbastanza apprezzati nella costituzione meccanica delle locomotive, la quale essendo pesantissima, le forze centrifughe che si sviluppano costringono i pezzi tra loro in attrito a tali pressioni da rendere necessario uno straordinario aumento di superficie il quale — secondo Flachat — ne rende le articolazioni comparabili a quelle di un gigante sopra membri da fanciullo.

I cilindri dovrebbero essere sempre connessi direttamente colla inte-

la iatura della locomotiva in modo da esercitarvi sopra l'intero sforzo dovuto alla tensione del vapore senza comunicarlo alla caldaia come avviene quando i cilindri sono a questa fissati. I cilindri *interni* sono d'ordinario fusi in due parti che si congiungono riducendo affatto piane le superfici di contatto, spalmandole con sego ed inchiodando accuratamente. Essi sono muniti di orli paralleli affinchè possano più agevolmente posare sull'orlo dell'intelaiatura, a cui ciascuno di essi è fissato con dodici robuste chiavarde. Analogamente si pratica pei cilindri *esterni*.

L'area delle luci d'ammissione del vapore è in alcuni casi $1/9$ ed in altri $1/12$ od $1/13$ dell'area del cilindro, e quella delle luci di emissione da $1/6$ od $1/8$: proporzioni che permettono una velocità media di 25 a 30 miglia all'ora, e che andrebbero in proporzione aumentate per velocità maggiori. La *valvola di ammissione*, come pure la superficie interna del cilindro, può essere ispezionata per mezzo di una specie di porta situata sul *cassetto di distribuzione* ; la *scatola delle stoppe* di tale valvola contiene ordinariamente da 0^m 05 a 0^m 075 di canepa.

In alcune locomotive recenti i cilindri sono fusi in un sol pezzo, e le giunture intorno ad essi sono fatte da metallo a metallo. Il loro spessore ordinario varia da 18 a 20 millim., e quello degli orli da 50 a 55 millim. ; se però sono di metallo fuso, i cilindri hanno uno spessore che varia da 21 a 56 millim. , e le chiavarde un diametro compreso fra 18 e 25 millim, essendo inoltre collocate alla distanza di 9 a 12 cent. l'una dall'altra. Alle valvole ordinarie sono ora in alcuni casi sostituite le valvole a *coulisse* in ferro fuso, più durevoli che quelle in ottone, quantunque l'ottone logori meno la faccia del cilindro ; il corpo della valvola, per una buona disposizione, deve avere lo spessore contenuto fra i limiti di 9 a 12 millim. , e la camera d'introduzione una profondità di 63 millim. , affinchè possa liberamente funzionare.

Ad ogni estremità dei cilindri esiste un robinetto per la scarica dell'acqua che vi si accumula, cosicchè hannosi quattro robinetti, i quali agiscono contemporaneamente mediante l'azione di un solo manico ;

se i cilindri sono esterni, i robinetti adottati a ciascun coperchio hanno talora l'estremità disposta in modo da poterli all'occorrenza voltare e versarvi l'olio ed il sego fuso per l'alimentazione loro, quantunque però sia preferibile un apparecchio a somministrazione continua, come quello che producendo un considerevole risparmio di sego, ha pure il vantaggio di mantenere in migliore assetto gli stantuffi. Nell'interno delle valvole il grasso viene somministrato da due bossoli collocati lateralmente alla camera del fumo che possono venire alimentati mentre la macchina funziona; ma qui pure è di buona regola che l'alimentazione si faccia in modo continuo.

Riguardo alle *scatole del grasso* il sig. Ramsbottom applica a tutte le sue macchine un sistema ad azione continua che finora diede ottimi risultati. Consiste in una sfera piena d'olio comunicante colla valvole a cassetto : il vapore vi si condensa lentamente e per piccole porzioni, spostando così una minima quantità d'olio che va a lubrificare il cassetto e poi il cilindro.

Cerchioni. — I cerchi in acciaio Krupp, fissati alla ruota con viti o con chiavi riportate sul lato, cominciano a diffondersi. Il sig. Bridge pretende diminuire l'usura d'assai, ponendo tra i cerchi e la ruota una lamina d'acciaio formante molla : e invero alcune sperienze fatte su questo sistema diedero risultati soddisfacentissimi anche per i cerchi di ruote aderenti.

Stantuffi. — Molte linee impiegano un genere svedese di grande leggerezza : i segmenti, a estremi retti, in ferro fuso, sono strettissimi e sovrapposti : per completare la chiusura e rendere lo stantuffo impermeabile al vapore vi ha nell'interno una lamina d'acciaio formante molla, abbastanza rigida per resistere alla pressione del vapore, e avente tutta la larghezza dei due seguenti. I due coperchi del cilindro sono leggermente rigonfiati per colmare il vuoto dello stantuffo : il gambo è talora ribadito, ma spesso è d'acciaio, tenuto fermo da una chiocciola.

Ordinariamente i più recenti sistemi di stantuffi hanno il gambo

in ferro fucinato e provvisto ad una estremità di un disco dello spessore di 0^m 076 e del diametro di 0^m 15 che viene ad essere incastrato in un apposito foro praticato nel corpo dello stantuffo : questo si fa scorrere lungo il gambo finchè venga ad incontrare il disco, al quale si fissa mediante quattro chiavarde ribadite del diametro di 18 a 20 mill. , benchè talora, il gambo sia tagliato rasente la faccia opposta dello stantuffo. Il metallo di cui è costituito lo stantuffo è generalmente l'ottone, preferibile al ferro fuso in quanto è più leggero e meno facilmente si deteriora sotto l'azione dei getti d'acqua e vapore e del rallentarsi delle chiavarde.

La larghezza totale dello stantuffo varia da 38 a 123 mill. , e quella del segmento da 18 a 31 mill. con uno spessore di 18 mill. ; riguardo a tale segmenti l'impiego del ferraccio è molto adottato e richiede minore attenzione che l'ottone.

Sulla ferrovia Londra — Nord-Ouest e sopra altre linee inglesi viene impiegato uno stantuffo di ferro battuto e fuso in un sol pezzo col proprio gambo : esso è scanalato sulla circonferenza per ricevere il segmento, e la profondità della scanalatura è di 18 mill. , mentre lo spessore dello stantuffo in quella parte è di 9 a 13 mill. , e la sua larghezza totale di 53 a 63 mill. Il gambo dello stantuffo è articolato convenientemente ad un pezzo a *te* di ferro battuto sito trasversalmente alle sbarre di guida, entro cui scorre comunicando il moto all'asta motrice, ed occorrendo anche all'asta di una pompa alimentatrice. Sul fondo del cilindro esiste una specie di prominenza che si adatta ad una corrispondente cavità dello stantuffo per evitare sciupio di vapore.

Guide. — La massima parte dei costruttori attaccano le loro guide per un capo ad pezzo foggiate a croce, e per l'altro a specie di orecchie poste sul coperchio del cilindro : alcune sbarre da guida sono scanalate ad una profondità di 18 a 25 mill. con i lati della scanalatura intagliati, ed i blocchi delle guide stesse sono in ottone, affinchè comunque logorandosi mantengano la loro posizione nella scanalatura. Simile costruzione impedisce i piegamenti laterali che si manifestano nelle sbarre

piatte con blocchi ad orli laterali : quanto poi alle migliori guide esse sono quelle doppie che ammettono un'asta di congiunzione ad una sola estremità. I pattini che scorrono sulle guide sono generalmente lunghi da 23 a 25 cent. e larghi 76 mill. con orli di 13 mill. , ove si tratti di sbarre da guida piate, e le sbarre si fanno di ferro fuso temperato, o di ferro battuto acciaiato, con uno spessore di 38 a 50 mill. nel mezzo, e di 25 a 38 mill. alle estremità, sotto una larghezza di 0^m,063 a 0^m,076.

Eccentrici. — Un eccentrico si compone di una parte fissata sulla sala motrice che prende il nome di *corpo dell'eccentrico* e di una parte mobile che costituisce il *collare dell'eccentrico* a cui si attacca la *sbarra dell'eccentrico*. Il corpo dell'eccentrico si forma di un disco in ferraccio pieno o intagliato, ed in generale nelle moderne locomotive è composto di due pezzi consolidati l'uno contro l'altro da chiavette e controchiavette ; esso è poi assicurato alla sala per mezzo di due chiavarde a vite penentranti per breve tratto nella sala stessa ; nelle macchine Rouen di Sinclair gli eccentrici furono fusi in un sol pezzo. Essi talora si fanno in ferro battuto e si acciaiano quindi colla tempera detta à *coquille*, ma la metà più piccola è ora generalmente costituita da ferro malleabile, mentre la metà più grande può anche essere di ferraccio : in tal caso la parte più debole ha lo spessore di 18 mill. , salvo il caso in cui l'eccentrico sia interamente in ferraccio, in cui allora la parte più debole dovrebbe essere spessa 38 millimetri.

La maggior parte degli eccentrici ora impiegati hanno scanalature rettangole serventi ad unire più esattamente il corpo al collare : questo è composto di due pezzi raccordantisi, ciascun dei quali porta due orecchie agenti da punto d'appoggio alle chiavarde d'unione. Le sbarre degli eccentrici si fanno per lo più *semplici* e rette.

Cambiamento di marcia. — Il cambiamento di marcia a vite, sistema belga, comincia a diffondersi, e nelle ferrovie Londra e Nord-Ovest trovansi già completamente soppressa la leva primitiva e sostituita la vite. In molte locomotive del sig. Ramsbottom il settore ha solo tre tacche:

la leva può essere riunita alla vite per mezzo di un regolo e di un cardine mobile che permette le posizioni intermedie.

Meccanismo di distribuzione. — Il settore di Stephenson si trova in tutte le sue varie forme, generalmente come settore semplice e non rovesciato, senonché il sig. Hawthorn ha talora sostituito l'asta di sospensione con un incastro che si muove entro uno scorrimento rettilineo o curvilineo. L'officina detta Vulcan-Foundry a Washington impiega sovente una distribuzione con un eccentrico per cassetto. I due dischi degli eccentrici, riuniti fra loro, si spostano trasversalmente secondo un passo di vite elicoidale che, modificandone le relative posizioni, produce a volontà l'espansione variabile o il cambiamento di marcia.

Sospensione. — Le molle in guttaperca sono abbandonate come mezzi di sospensione; però in alcune ferrovie inglesi si trovano rotelle o pezzi di guttaperca infrapposti al disotto dei punti d'unione delle colonnette di sospensione delle molle ordinarie. Le molle a spirale sono usitatissime come molle d'urto e di trazione, ed anche come molle di sospensione per ruote posteriori di qualche locomotiva: le altre molle di sospensione sono a lamine, e talora aventi perfino la lunghezza di 1^m,52.

Assai impiegate sono le diverse disposizioni di bilancieri tra le molle o di molle comuni poggianti su due bossoli da grasso della medesima sala o di sale differenti; in alcune macchine inglesi le due sale motrici hanno ognuna quattro cuscinetti, e le due molle di un medesimo lato sono riunite da un piccolo bilanciere.

Riscaldamento dell'acqua d'alimentazione. — Alcuni costruttori trovano ora vantaggioso di riscaldare l'acqua d'alimentazione, prendendo direttamente una porzione del vapore all'emissione e condensandola nel tender. Il sig. Beattie provvede le sue macchine di apparecchi piuttosto complicati nel camino e nella camera del fumo, in guisa da raggiungere lo scopo facendo circolare il vapore che sfugge in tubi bagnati dall'acqua d'alimentazione: la maggior parte di tali macchine sono provvedute di piccoli cavalli alimentatori. In alcune macchine nuove, spe-

cialmente inglesi, il fondo del cinerario è disposto a foggia di cassa, in cui si fa pervenire l'acqua d'alimentazione.

Cinerario. — Il cinerario è sempre chiuso ad ogni parte e munito anteriormente di una porta o di un registro, che talora trovasi anche posteriormente; tale porta costituisce uno dei mezzi per regolare il tirante e funge da cappello del camino, apparecchio di cui nessuna machina inglese è provvista.

Graticola e sbarre — Una disposizione semplicissima, ed assai ora adottata, consiste nel far sopportare le sbarre da un'altra sbarra rotonda di ferro, munita di caviglie il cui spessore dà l'intervallo delle sbarre, mentre lo scartamento ne è regolato sullo spessore delle sbarre stesse; queste non sono più che semplici sbarre piatte, in ferro laminato o talora anche in ferraccio, ed hanno generalmente le dimensioni di 19 mill. di vuoto per 25 di pieno.

La sbarra rotonda è sopportata da un pezzo di ferro fissato al cinerario.

Registro a persiana. — Questo registro è composto di lamine orizzontali mobili, come quella di una persiana, e posto nella cassa del fumo; esso serve a regolare il tirante, e funge anche benissimo da cappuccio, cosicchè viene frequentemente impiegato:

Camino. — Il sig. Sinclair ha recentemente adottato una forma di camino senza alcun capitello, attribuendole il vantaggio di prender bene il vento e di favorire il tirante. Egli inoltre allarga il suo camino dal basso in alto, contrariamente all'antica pratica inglese che lo restringe alla sommità, ed ebbe in ciò non pochi imitatori.

Riparo del macchinista. — Quasi tutte le locomotive hanno ora più o meno tale riparo, secondo il clima e la temperatura delle regioni che debbono percorrere. In Inghilterra, ed anche in Francia, consiste almeno in una specie di parafuoco in latta guernito di due vetri; talora esso forma cabine più o meno complete e protegge poi sempre ambo i sensi della marcia nelle macchine che fanno il servizio delle stazioni e luoghi adiacenti. Le locomotive per i paesi caldi sono provviste di un tetto me-

tallico a doppio fondo con cuscino d'aria frapposto, o più semplicemente da una specie di tenda in tela.

Metalli impiegati nella costruzione delle macchine. — Il bronzo è ancora il metallo che domina nei pezzi di fregamento, come i bossoli pel grasso, i segmenti di stantuffo, i cassetti dei regolatori, ecc., ma bisogna pure constatare che vi ha ora una tendenza generale ad abbandonarlo.

Alcuni ingegneri impiegano con successo segmenti e cassetti in ferro fuso; ma il metallo bianco pare veramente debba assumere grande estensione nel ricoprimento di tutti i pezzi di fregamento. In alcune ferrovie inglesi si giunge persino a fare esclusivamente di tal metallo i cuscinetti dei bossoli a grasso per macchine e vagoni. L'acciaio è però pochissimo impiegato per il corpo dei pezzi del meccanismo, quantunque poi si adotti con buon risultato in sale a gomito ed in cerchioni. Per il meccanismo e le sale rette s'impiega il ferro della migliore qualità, cementato e temperato nelle parti a contatto e nei fusi, dando generalmente al tutto un aspetto leggiere.

L'inviluppo delle camere del vapore, come i cerchi d'inviluppo delle caldaie, e gli ornamenti dei guarda-ruote, sono per lo più in ottone sottile e ripulito, metallo che si addimosta a tale uso convenientissimo.

CAPITOLO IV.

Italia.

Questo nostro paese che per le avventurate condizioni naturali in cui riposa s'ebbe il nome di *giardino d'Europa*, non conterrebbe, secondo il concetto generale, il vivaio del perfezionamento industriale cui vediamo giunte altre nazioni: ma questo concetto in verità non so se meglio debbasi attribuire ad ingiustizia di apprezzamento, che ad assoluta inettitudine del paese stesso a procacciarsi nel ramo delle industrie quel superbo avvenire che cinge i popoli con un'aureola di gloria e di potenza.

I rivolgimenti politici senza fine, opponendosi per lunga serie di secoli a che l'unità geografica della penisola si costituisse in unità nazionale e di fatto, tarparono le ali a quello sviluppo omogeneo e concatenato di scoperte e di applicazioni scientifiche che la serietà degli studi teorici da cui esso dipende può precipuamente ripetere da un tutto organico stabilmente consolidato. Per modo che in Italia quando alcun vero veniva da una mente superiore proclamato, rado era che si ergesse al disopra delle turbolenti passioni, dell'avvicinarsi di calamitosi avvenimenti, e che soffocato non cadesse, germe per noi incompreso ed infecondo di luminosi risultati; altri lo faceva suo ed in più propizio ambiente ne svolgeva i principi e le conseguenze, traendone bene spesso in regioni oltramontane quella sorgente di ricchezza e di vanto che a noi inesorabilmente sfuggiva. In siffatta guisa presso gli stranieri noi venimmo bensì in concetto di poeti, di letterati, di artisti, ma non mai, per esempio, di meccanici profondi: di uomini

delle ardimentose teorie, dagli instabili proponimenti, dalle vaporose aspirazioni, ma non mai di uomini dalle dottrine pratiche, dall'ostinata tenacità di propositi, temprati e ritemprati al freddo e severo calcolo della utilità sociale.

Un simile apprezzamento delle nostre possibilità trovò eco e si trasfuse nelle nostre masse, generando quella sfiducia che rendendoci ammiratori e mancipii della industria straniera ci indusse a disprezzo e noncuranza della nazionale, e ci creò artefici dei nostri mali. Ma per chi attentamente esamini le facoltà produttive dell'Italia, non sarà difficile il concepire quanto questo giudizio sulla capacità nostra sia erroneo, e come invece debbasi tutto presso di noi sperare dalla onnipotenza del genio e della volontà, quando i destini nostri siano una buona volta maturi, ed alla sconsigliatezza del passato sia subentrata la calma di un avvenire migliore: ce ne fanno ampia fede le pagine della nostra storia, le quali se da un lato sono bruttate da tante tristizie, dall'altro ricevono sì gran lustro dalle nostre luminose individualità. Ed è in me opinione fermissima che non solo potremo allora vittoriosamente competere colle industrie straniere, ma che acquisteremo quel primato in ogni ramo dello scibile, a cui ci dà ampio diritto la copiosità dei nostri elementi, ed a cui ci farà strada un vero rinnovamento.

Senonchè i tempi non corrono ancora propizi per lo sviluppo delle nostre risorse, siccome non lo furono mai completamente, avveguachè epoca vera di grandezza, atta a dar campo all'ingigantire delle industrie non abbia mai per l'Italia esistito. Gli avvenimenti politici di cui essa fu recente teatro, le condizioni nostre necessariamente collegate alla deficienza finanziaria, costituiscono un ostacolo ancora grave al coronamento delle nostre aspirazioni, in quanto è industria nazionale; nè mai potremo fare seria concorrenza alle produzioni estere finchè il sorgere di grandiose e potenti manifatture nel paese non ci abbia posto in grado di produrre con ispesa minore relativamente a quelle, e di opporci con forze ingenti all'abilità degli speculatori stranieri, che ci sfruttano le nostre risorse.

Un altro ostacolo serio all'industria manifatturiera in Italia è la questione del combustibile : più di 400 milioni all'anno noi portiamo all'estero per procurarci il carbon fossile che consumiamo, mentre vi è forse luogo a credere che anche per questo lato potremmo bastare a noi stessi.

Infatti l'Italia manca realmente di combustibile, ma nondimeno utilizzando tutte quelle nostre miniere che ne contengono potremmo forse liberarci da una parte della cospicua tassa che paghiamo all'estero. Veggo per esempio in una relazione sopra le miniere della Sardegna come ivi esista un carbon fossile di eccellente qualità il cui costo sul sito sarebbe d'assai inferiore a 20 franchi la tonnellata, e che trasportato a Genova si avrebbe tanto a buon mercato da vincere ogni concorrenza col combustibile estero.

Questo carbon fossile si troverebbe nella miniera carbonifera di Bacu-Abis presso il villaggio di Gonnesa che di poco dista da Porto-Scuro, varco naturale ed acconcio per la esportazione sulla via di mare. Da sperienze fatte l'ingegnere relatore dice essere il carbone di Bacu-Abis il migliore che abbia bruciato fra quelli trovati sulle sponde del Mediterraneo : esso è nerissimo, compatto, assai poco friabile, di frattura concoide, di non difficile accensione, non s'inflamma, ed arde spandendo viva e chiara luce, e molto calore; il fumo prodotto dalla sua combustione è poco grigiastro, non denso, le ceneri residue scarse e rossastre. Il materiale utilizzabile è alla sola profondità di 10 metri, e quindi di piccolissima spesa d'estrazione in confronto ad altre miniere simili dell'Europa; di più il bacino in cui si trova fu valutato contenere non meno di 4,400,000 m. c. di carbone. E se aggiungasi che a breve distanza esiste altra miniera di ferro, la quale darebbe il 65 0/0 di minerale ottimo, e che la giacitura superficiale consta di eccellenti argille e calci, si vede come sarebbe motivata la formazione di fornaci da alimentarsi coi carboni scadenti e sminuzzati i quali non potessero venire convenientemente trafficati, e come si potrebbe con vantaggio praticarne una regolare e non interrotta coltivazione.

Senonché molte circostanze, fra cui le condizioni economiche e la perdita di qualche socio influente avrebbero reso la produzione di quel carbon fossile quasi insignificante e stazionaria, quantunque sufficiente a dar di sè buone previsioni.

Senza assumere responsabilità sulla maggiore o minore esattezza di quanto ora riportai, mi limiterò a constatare il fatto che, rivolgendo provvido incoraggiamento alla coltivazione di tutte le nostre miniere, si potrebbe forse attivarne la produzione su scala sufficiente ad assicurare lucro e benefici al paese anche dal lato dell'industria meccanica.

La torba poi esiste in Italia in quantità considerevolissima. Ora questo combustibile secondario, ove fosse oggetto di accurati studi potrebbe forse, perdendo gl'inconvenienti del soverchio volume e dell'esiguo potere calorifico, sollevare col tempo l'Italia dall'aggravio che le è imposto dall'estero per la provvisione del carbon fossile. Vari sistemi furono proposti per essiccare e comprimere la torba, ma tutti inferiori allo scopo perchè troppo costosi, e generanti perciò un combustibile di troppo poco inferiore in prezzo al carbon fossile, ed inoltre di qualità e quantità poco soddisfacente. Non ha guari però fu immaginato un *broyeur-malaxeur* che, invece di comprimere la torba, la *concentra*, e che riuscendo di poca spesa e nello stesso tempo abbastanza semplice, sembra suscettibile di produrre grandi quantità di torba concentrata ad un prezzo che si afferma non superiore a 20 lire la tonnellata; il potere calorifico di questa torba sarebbe risultato da sperienze fatte a Varano presso Varese del 60 a 70 0/100 paragonato a quello del carbon fossile. Però una Società ferroviaria italiana a cui ne fu proposta una quantità considerevole, dietro il parere d'un suo ingegnere che studiò la cosa, la rifiutò allegando non avere sufficiente fiducia nella qualità e quantità promessale.

Sarebbe tuttavia desiderabile che le Società industriali d'Italia favorissero questo progresso della scienza riguardo ad un combustibile e potrebbe riuscir loro col tempo di sì gran vantaggio, tanto più che ciò

servirebbe di stimolo a non pochi per rivolgere i loro studi verso tale interessante elemento dell'avvenire industriale d'Italia.

Questa digressione io feci per provare che neppure il difetto di combustibile è poi in Italia argomento tanto serio da impedirvi lo attecchire delle grandi officine meccaniche. Ed in vero già ne esistono parecchie che non temono confronti con altre riputatissime oltramontane, fra le quali citerò quelle della Società ferroviarie dell'Alta Italia, dei fratelli Westermann di Sampierdarena, degli Ansaldo di Genova, di Pietrarsa e di Pattison a Napoli.

Le officine della Società ferroviaria dell'Alta Italia possiedono un materiale di lavorazione ed un personale che di certo potrebbe applicarsi con successo alla fabbricazione delle più moderne e perfezionate locomotive, ove soltanto se ne ampliassero gli edifici e si arricchissero di forni e di magli potenti. Ma ciò richiederebbe l'impiego di capitali che la Società trova d'assai maggiore sua convenienza far circolare all'estero. Nullameno, senza parlare dei bellissimi veicoli che vi si costruiscono, in quelle officine praticansi le più importanti riparazioni del materiale ferroviario ed in tale scala da far arguire la loro attitudine ad ogni più complessa costruzione; molte locomotive vi vengono spesso completamente rimodernate, e tutte poi vi ricevono i necessari ripari, talora consistenti nella rinnovazione dei pezzi principali.

Le locomotive più in uso presso questa Società appartengono al sistema Stephenson ed al sistema Gouin. In questo la lunghezza del corpo cilindrico della caldaia è limitata in modo che la distanza delle sale estreme (4^m 23) non è esagerata, cosicchè la macchina presenta molta stabilità, siccome quella in cui il focolare, benchè vasto, non poggia in falso: di più, la sala portante, non soggetta al parallelismo rigoroso, può conservare un giuoco sufficiente al transito delle curve.

Per il passaggio del Giovi già dissi venire impiegato la locomotiva Beugnot. Non mi pare ora inopportuno l'approffittare di una relazione

che debbo alla gentilezza del egregio sig. ingegnere Frescot per discorrere brevemente di questo interessante sistema e dei vantaggi che esso presenta su quelli precedentemente usati in tale servizio (*doppie locomotive a sei ruote accoppiate*).

La macchina Beugnot è costruita per trainare pesanti convogli su forti salite e curve di ristretto raggio. La sua caldaia è posta su quattro assi accoppiati, disposti fra la cassa del fumo e l'inviluppo esterno del focolare; i cilindri sono esterni e legati fortemente ai cosciali ed alla cassa del fumo: le diverse parti del movimento sono invece collocate sotto la caldaia presso ai cosciali. Il focolare è sostenuto posteriormente dalla traversa anteriore del tender, il che assicura una perfetta stabilità della macchina nei limiti sperimentati della sua velocità (circa 22 km. all'ora), quantunque del peso totale della locomotiva che è di 51200 kg. solo 49000 rimangano utilizzati per aderenza in grazia di tale disposizione. Per risolvere il problema della trazione nelle curve il sig. Beugnot abbandonò il comune sistema di falsare il parallelismo degli assi mediante un giuoco longitudinale dei bossoli a grasso praticato fra le placche di guardia, e dispose invece la macchina in modo da ottenere uno spostamento considerevole degli assi (mantenendone costante il parallelismo) nel senso trasversale alla via, e nello stesso tempo dei bossoli a grasso, i quali scorrono fra le placche di guardia con circa 5 cent. di giuoco.

In grazia di tale spostamento parallelo degli assi, le ruote possono regolarmente transitare in curve di 100 e fino di 80 metri di raggio.

Siccome però la completa risoluzione del problema richiede s'impedisca che lo spostamento necessario al passaggio della macchina nelle curve abbia luogo solo sui due assi estremi, e vi si facciano invece concorrere anche gli assi intermedi, procurandone lo spostamento di una eguale quantità in senso inverso, così fu praticato il seguente sistema: sul piano verticale passante per l'asse della macchina, ed al disotto della caldaia sono due coscialetti, ognuno dei quali gira orizzontalmente a bilanciere attorno ad un perno verticale fisso nelle placche

che raccordano la caldaia coi cosciali principali. Quando la macchina entra in una curva, essa tende per la sua inerzia a percorrerne la tangente, ma però la rotaia esterna premendo sul labbro del cerchione anteriore fa scorrere l'asse della ruota verso la parte concava della curva, parallelamente a sè stessa. Ora questo movimento viene appunto trasmesso ad uno dei bracci del primo coscialetto, il quale spostandosi nel senso dell'asse anteriore, obbliga il secondo asse riunito al braccio opposto dello stesso coscialetto a spostarsi in senso opposto; lo stesso risultato, in senso inverso, si produce pei due assi posteriori della macchina.

Si ottiene così il vantaggio non lieve di avere l'asse della macchina costantemente tangente alla curva nel punto che corrisponde al suo centro di gravità, e di avere anche durante il transito delle curve il peso della macchina il più equamente possibile ripartito sugli assi delle ruote.

I due coscialetti constano ciascuno di due placche di guardia abbraccianti due bossoli a grasso situati nel mezzo degli assi che portano le ruote della macchina. I pezzi di questa furono poi in modo speciale costruiti per ottenere facili e pronti tutti gli indicati spostamenti. Ecco ora le dimensioni principali :

Diametro del cilindro.....	0 ^m 600
Corsa dello stantuffo.....	0 ^m 610
Diametro della caldaia.....	1 ^m 500
Lunghezza id.	5 ^m 200
Numero dei bollitori.....	218
Superficie diretta di riscaldamento.....	9 ^m 4 500
Superficie di riscaldamento dei bollitori.....	178 ^m 4 500
Diametro delle ruote.....	1 ^m 200
Scartamento degli assi estremi.....	4 ^m 250
Peso medio della macchina sulla ruota.....	49,000 ^{kg}
Peso della macchina, compreso quello sopportato dal tender.....	51,200 ^{kg}

Peso del tender mediamente ripieno d'acqua..... 18,000^{kg.}

Capacità del tender..... 9,200^{m.³}

Pressione effettiva nella caldaia..... 9^{atm.}

Tale macchina, condotta nella stazione di Genova, ed obbligata a passare in curve del raggio di 80^m, diede prova della dolcezza con cui seguiva il movimento degli assi, nonchè della prontezza colla quale essi riprendevano la primitiva posizione tostochè la macchina rientrava nel binario rettilineo. Essa fu inoltre oggetto di un esame comparativo sul piano inclinato dei Giovi a fronte delle macchine che vi prestano servizio quotidiano. Le macchine che servirono all'esperienza furono accese e spente alla stessa ora e in tempo bello, trainarono lo stesso numero di convogli, e diedero rispettivamente i seguenti risultati :

LOCOMOTIVA SPERIMENTATA.	N° DES CONVOGLI TRAINATI.	CHILOMETRI PERCORSI in salita fra Pontedecimo e Busalla.	COKE CONS. MOTO compreso l'accendi- mento.	ACQUA CONS. MATA durante l'esperienza, (Litri.)	PESO TRASPORTATO D. PONTED.IMO A BUSALLA nel complesso dei convogli.	PESO TRASPORTATO D. PONTED.IMO A BUSALLA per kil. di combus- tibile.	ACQUA CONSUMATA per kil. di combustibile (Litri).	SCORIE PER 100 KILOGRAMMI di combustibile.
Machina a 4 ruote accoppiate servizio ordinario.....	5	54.908	2564	18610	452.380	170.45	7.042	1.80
Machina a 6 ruote accoppiate sistema di Dusino.....	5	54.908	3820	20270	574.997	176.20	6.10	4.00
Machina Beugnot.....	5	54.908	2777	19124	574.713	205.87	6.88	1.60

L'esame di questo quadro di una prima serie di esperienze rende facilmente convinti della superiorità della macchina Beugnot; tanto più poi quando si consideri che tale macchina è provvista di un tender capace di 9,200 litri d'acqua, il cui peso medio in condizioni ordinarie

può essere valutato dalle 15 alle 18 tonnellate, e che fu ritenuto nelle esperienze stesse come *peso morto*, e quindi escluso dal numero dei veicoli formanti il convoglio trascinato dalla locomotiva. Ove lo si fosse considerato come parte del convoglio, il peso trasportato da Pontedecimo a Busalla, per ogni chilogramma di combustibile bruciato, salirebbe per la macchina Beugnot a circa 225 kg., risultato superiore di quasi 1/8 a quello ottenuto dal doppio locomotore di Dusino.

È lecito dunque concludere che la macchina Beugnot realizza come motore sul piano inclinato dei Giovi una soddisfacente economia di combustibile, e che l'aderenza disponibile vi è assai bene utilizzata. Tali vantaggi sono dovuti al buon sistema di articolazione impiegatovi, e che ha per effetto di diminuire sensibilmente la resistenza d'attrito, ad una estesa superficie di riscaldamento, ad una camera del vapore più capace che quelle dei precedenti sistemi, e ad una tensione del vapore nelle caldaie superiore di 3 atm. a quella comune. Inoltre la macchina Beugnot ha sulle locomotive accoppiate il vantaggio di una maggiore unità d'azione, e quindi di un maggiore realizzo dell'effetto utile che la macchina può somministrare.

Mi si perdoni la nuova digressione che mi allontanò per alcuni istanti dallo stabilimento Ansaldo, di cui ora è mio debito far cenno.

Questo grande stabilimento, posto all'imbocco del torrente Polcevera tra Sampierdarena e Cornigliano, occupa una superficie di 40,000 m². Composto di 16 edifici di varia estensione, di un gasometro, di un bacino di carenaggio, di molte tettoie e rimesse, esso è servito da un apposito tronco ferroviario che lo circonda da ogni parte, e lo pone in comunicazione coll'esterno. Nelle otto officine principali che sono occupate dai modellatori e falegnami, dai fonditori in ghisa ed in bronzo, dagli incisori e tornitori, dai calderai in ferro ed in rame, dagli aggiustatori e montatori, dalle fucine, dai magli. e dalle macchine-utensili diverse, si contano specialmente :

4 motori della forza complessiva di circa 70 cavalli, ed una locomobile di 4 cavalli.

35 grù di sistemi diversi, fra cui 4 orizzontali, a carro scorrevole sul sagliente dei muri delle officine, e della portata di 30 tonnellate ciascuna.

28 fucine di differenti dimensioni fornite dei necessari apparecchi, ed alcune di appositi ventilatori.

16 forni, di cui 9 a riverbero per la fusione dei cannoni in bronzo, e la fabbricazione delle placche di blindaggio e dei grossi pezzi, con 6 caldaie a vapore.

5 magli a vapore di cui uno della portata di 20000^{kg}, e l'altro di 6,000.

43 torni di sistemi, forza e dimensioni differenti.

6 ventilatori.

146 morse.

6 cubilotti fra cui alcuni atti ad una fusione di 40 tonnellate.

3 *barani* di cui uno orizzontale per cilindri di macchine marine aventi fino a 1,000 cavalli di forza.

45 macchine foratrici, 12 piallatrici, 6 macchine per forare e rigare i cannoni, 4 seghe, un apparecchio idraulico per provare la resistenza dei tubi, ed infine un numero grandissimo di altre macchine utensili, come laminatoi, macchine a fare viti e chiavarde, a ribadire, a tagliare ed intagliare, a fare ingranaggi e madreviti, a piegare le lamiere, pompe mobili e fisse, storte, depuratori, contatori e gasometro per il servizio del gas.

Il numero di operai che le officine possono agevolmente capire è di 2200, senonchè il mediocre sviluppo che purtroppo hanno presso di noi la grande industria meccanica e la fiducia nei costruttori nazionali, ne comportano un numero minore.

Nullameno lo stabilimento Ansaldo acquistò meritata fama sia in Italia che fuori, e l'attuale Esposizione conta di esso un albero per macchina marina di 40 cent. di diametro per 6^m. di lunghezza, uno stantuffo di 2^m 50 di diametro, ed altri pezzi di fucina così considerevoli da far presupporre atte tali officine ai più difficili e voluminosi

lavori meccanici. E invero nei 13 anni di esercizio che conta la Società attuale si fecero, fra le altre costruzioni di ogni specie :

55 macchine locomotive di sistemi diversi,

300 cannoni in bronzo, e parecchi in ferraccio,

Macchine marine da 50 fino a 600 cavalli di forza,

2 grandi scialuppe cannoniere,

5 ponti metallici,

4 grandi tettoie, fra cui quella della stazione di Genova,

Draghe a vapore di 40^m. di lunghezza, grandi caldaie ed alberi per fregate, materiale ferroviario, macchine a vapore, idrauliche ed agricole di ogni dimensione, proiettili in acciaio fuso e ferraccio, placche di blindaggio, mulini ed apparecchi diversi per l'industria pubblica e privata.

Attualmente ancora vi si lavorà per una macchina marina di 900 cavalli, ogni pezzo della quale fu costruito a Sampierdarena, e solo l'elevata spesa di trasporto impedì ai signori Ansaldo di esporre a Parigi quella di 600 cavalli che ultimamente fabbricarono per la fregata nostra *Il Conte Verde*. Simili officine sono adunque il migliore argomento per isperar bene dell'industria manifatturiera in Italia, ma sventuratamente, ripeto, le speranze non si convertiranno in fatti statistici, se governo e privati col concorso, e colla fiducia non ne assodino le basi, e ne favoriscano la produzione.

Vengo ora allo stabilimento Pietrarsa. Esso componevasi nel 1838, epoca della sua creazione, di due officine abbastanza importanti. Una situata a Pietrarsa, a 6 miglia da Napoli, era destinata specialmente alla costruzione delle macchine navali, quantunque vi si facessero pure macchine fisse, qualche locomotiva per la ferrovia da Napoli a Castellamare, e vi fosse montata una fabbrica di ferro con forni a *Pudley* e laminatoi per utilizzare la ghisa di Mongiana proveniente dagli alti forni della Calabria. L'altra situata ai Granili, sobborgo Napoli, fungeva per parecchi usi, costruendo pezzi di fonderia, caldaie,

ponti, tettoie, macchine fisse, locomobili, strumenti agricoli ed anche locomotive.

Questi due stabilimenti, distanti così uno dall'altro di oltre 5 miglia, comunicavano fra loro per mezzo del tronco ferroviario Napoli-Eboli-Castellamare.

Senonchè nel 1863 una *Società nazionale* detta d'*industria meccanica* li riunì comprando il primo ed affittando il secondo dal Governo per venti anni. Potè allora questa cospicua riunione fare quanto alle due officine isolate era finallora tornato impossibile. E invero non tardò a stringere colla Società delle ferrovie Meridionali una convenzione con cui obbligavasi a fornirle una parte del materiale, fra cui 80 locomotive e 900 veicoli in quattro anni.

Per le locomotive il tipo adottato è quello di Cail, conosciuto in Francia sotto il nome di *Macchina del Borbone*, in cui i cilindri sono esterni ed interno il moto di distribuzione. Se ne costruiscono di tre specie:

- 1° Macchine-viaggiatori a ruote libere,
- 2° Macchine-miste a 4 ruote accoppiate,
- 3° Macchine-merci a 6 ruote accoppiate.

Ecco le principali dimensioni :

	Viaggiatori	Miste	Merci
Diametro dei cilindri.....	0 ^m 40	0 ^m 42	0 ^m 45
Corsa degli stantuffi.....	0 60	0 60	0 65
Diametro delle ruote.....	1 90	1 61	1 26
Superficie di riscaldamento.	80 ^m »	121 ^m »	132 ^m »
Peso.....	26,000 kg.	27,500 kg.	29,000 kg.

La costruzione di questo materiale è nei due stabilimenti così ripartita : al Granile fannosi generalmente i lavori di grosso calderame, il montaggio completo delle caldaie, l'installazione dei robinetti accessori, il saggio a freddo e a caldo, i tender completi, meno le ruote : là pure sono le fonderie pel ferraccio e pel bronzo, ed alcune fucine : a *Pietrarsa* si fanno i pezzi di fucina, tutte le connessioni il lavoro delle

ruote, i pezzi laminati in rame, il montaggio delle macchine, le spe-
rienze sopra una via di 250^m. e finalmente la coloritura.

Le officine trovansi attualmente provviste di ogni cosa, ciò che non
era all'origine dell'intrapresa, e tutto vi si può costruire ad eccezione
dei pezzi che sono oggetto di una fabbricazione speciale, come : le
ruote in ferro fucinato, che provengono dalle mine di *Rive de Gier* :
le sale ed i cerchioni, che sono forniti dalle fucine di Alleverd (*Hère*) :
la piccola robinetteria che viene da Parigi, il rame per focolari ed i
tubi, e finalmente le lamine di ferro che son tratte in gran parte dalle
officine di Petin e Gaudet e del *Creusot*.

Nelle condizioni presenti si possono costruire 25 locomotive all'anno
senza recare il menomo incaglio agli altri lavori meccanici, che hanno una
discreta importanza : così trovansi ora in costruzione, e forse già ulti-
mate, una macchina navale di 900 cavalli per la nostra marina, parec-
chie macchine fisse, locomobili, agricole, ed altre diverse.

La Società possiede pure officine per la costruzione speciale dei vei-
coli, che divise tuttora fra i Granili e Pietrarsa, saranno però fra breve
in un solo luogo riunite. Vi si possono costruire da 300 a 400 veicoli
all'anno, comprendendo $\frac{1}{3}$ o $\frac{1}{4}$ di veicoli per viaggiatori : attualmente
si provvedono all'estero i grossi ferrami, come le ruote, i bossoli del
grasso, e le placche di guardia, ma fra non molto tutto si farà nelle of-
ficine della Società. Fu in quest'anno compiuta la consegna di 180 vei-
coli di natura diversa, e già parecchie locomotive, e non piccolo nu-
mero di altri veicoli, funzionano regolarmente con risultati soddisfa-
centissimi.

Le macchine locomotive di Pietrarsa si fanno notare per la partico-
lare esattezza con cui trovansi montate, nonchè per la cura arrecata
nella costruzione dei pezzi di calderame; e non è senza considerevole
difficoltà che vi si giunse a tal punto con un personale esclusivamente
indigeno, e fino ad ora affatto privo di ogni cognizione pratica sulla
costruzione delle locomotive.

L'insieme delle due officine trovasi sotto la immediata sorveglianza

di un direttore tecnico, che ha sotto i propri ordini due ingegneri, uno soprintendente alla parte meccanica, l'altro alla parte dei veicoli. Il numero totale degli operai impiegati è di 1165, di cui 585 al Granile e 580 a Pietrarsa.

Finirò questi cenni concernenti l'Italia con alcuni dati statistici generali.

Le officine situate presso le diverse stazioni delle strade ferrate italiane, e segnatamente, come già dissi, quelle appartenenti alla Società ferroviaria dell'Alta Italia, sono tutte pressochè altrettanti centri d'industrie meccaniche. Servono esse egregiamente al *montaggio* delle locomotive e delle vetture, alla riparazione di tutto quanto concerne il materiale di servizio, ed hanno in opera apparecchi per il taglio e il collocamento delle traversine, torni e seghe a vapore : ciò che permette loro di costruire e d'unire insieme i pezzi più complicati delle macchine a vapore, le caldaie non escluse.

Queste officine complessivamente possiedono 22 motori a vapore della forza di 202 cavalli, più 3 motori idraulici rappresentanti una forza totale di 57 cavalli, che pongono in funzione un insieme di circa 380 macchine-utensili, come torni, magli, trapani, seghe, ecc., ed il valore totale dei motori e delle macchine sale ad 1,400,000 franchi. Il combustibile consumato per alimentare i motori a vapore ed i forni fusorii si eleva a 57,000 quintali metrici del valore di oltre 230,000 franchi, in gran parte costituiti da litantrace (370519.[™]), e il rimanente da legno, lignite e carbone vegetale.

Il personale occupato in tali officine è di 2,979, individui, di cui 2,809 impiegati nella mano d'opera, 108 impiegati alla direzione tecnica, e 62 alla direzione amministrativa. La giornata degli operai oscilla fra 5 fr. 35 ed 1 fr. 23 : in medià può essere calcolata a 2 fr. 36.

Nel 1866 la spesa generale della mano d'opera fu di 2,357,815 franchi, non compreso l'emolumento degli impiegati alla direzione tecnica ed amministrativa, sommande ad altri 366,862 franchi.

Fra i lavori più importanti eseguiti nelle officine dell'alta Italia devesi

comprendere la costruzione di 144 vetture, di cui 11 vagoni di 1^a classe, 10 di 2^a, 22 misti, 29 di 3^a classe, e 73 carri da merci di diversi tipi. Si costruirono pure durante l'anno, in questi medesimi stabilimenti, 3 locomotive ed un battello a vapore per la navigazione dei laghi.

Le officine delle strade ferrate romane costruirono 22 vetture, di cui 16 per viaggiatori e 6 per merci, mentre però le officine delle ferrovie meridionali non costruirono che una vettura-salone. Le vetture di ogni specie che furono riparate sorpassano il numero di 9,600, non comprese le riparazioni fatte a 680 locomotive e a 17 battelli a vapore rimorchiatori. In tale calcolo non è punto questione dei lavori nelle officine della sezione centrale delle ferrovie romane, nè di quelli della rete delle ferrovie meridionali che fanno il servizio del Mediterraneo.

Quanto al materiale fisso di servizio, converrà ancora citare la fabbricazione di pezzi in ferro per ponti, pompe a mano, pompe idrauliche, eccentrici, capre, gru, traversine impregnate di solfato di rame, e di molti altri importanti elementi.

Vedesi dunque che malgrado le ansietà di tempi difficilissimi l'industria meccanica in Italia è ben lungi dall'essere cadente, poichè anzi trovavasi a tale periodo che ove il senno, e la volontà prestino man forte, ed il governo efficace impulso, è presumibile possa fra non molto equiparare proporzionatamente quella di qualunque altra nazione europea.

CAPITOLO V.

Francia.

La costruzione delle locomotive in Francia ha senza dubbio un considerevole sviluppo, e nessuno ignora quale meritata riputazione abbiano in essa acquistato le officine di Cail, di Gouin, di Koeklin a Mulhouse, di Graffenstaden, di Schneider e del Creusot, di Buddicom, nonchè di tutte le società ferroviarie. Ciò che caratterizza le locomotive francesi più pregevoli si può asserire essere le loro grandiose proporzioni, contrariamente alle inglesi che si notano invece per una tendenza a sempre più diminuire lo spazio da esse occupato.

Questo carattere della costruzione francese è naturalmente più spiegato nelle locomotive-merci, e mi basterà citare le note locomotive a 4 cilindri e 12 ruote accoppiate di Petiet, costruite per funzionare sulla ferrovia del Nord. Due dei cilindri sono situati alla estremità anteriore della macchina e muovono sei ruote : gli altri due cilindri, posti all'estremità posteriore muovono le altre sei. Da siffatta unione di parti la macchina risulta virtualmente composta di due locomotive con una sola caldaia fissata ad una intelaiatura che comprende tutte le 12 ruote. Questo tipo è rappresentato nella fig. 8, Tav. III.

La considerevole estensione lineare occupata da tale numero di ruote costituiva certamente un ostacolo al libero transito nelle curve : quindi le sale anteriore e posteriori di ciascun gruppo di sei ruote sono suscettibili di un opportuno giuoco, e a tale effetto un'asta orizzontale, con un fulcro sopra la sala di mezzo di ciascun gruppo, riunisce le anzidette sale anteriore e posteriore in modo che quando l'anteriore

fa un lieve movimento in un verso, la posteriore è costretta ad eseguire egual movimento in verso opposto. Ciò costituisce un apparecchio piuttosto complicato che abilita ciascun gruppo di sei ruote a disporsi relativamente all'altro in guisa da ottenere lo stesso effetto che otterrebbe un giunto posto nella intelaiatura. Tali macchine hanno per alimentare i quattro cilindri una caldaia di enorme superficie di riscaldamento, e sono suscettibili di portare provvisioni d'acqua e di combustibile sufficiente per lunghi viaggi.

Il serbatoio del vapore è sostituito da un lungo tubo disseccatore che occupa lo spazio lasciato disponibile dalla caldaia nella parte superiore, permettendo lo sfuggimento del vapore di eliminare il camino. Le ruote hanno 1^m,065 di diametro, che è sufficiente per la debole velocità della macchina, e che d'altronde è imposto dalla necessità di collocare il focolare al disopra delle ruote, per dargli una sufficiente larghezza.

Le ruote estreme hanno un giuoco laterale di 0^m,030 nei loro cuscinetti, e le aste anteriori e posteriori sono a doppia articolazione rettangolare coll'asta di mezzo. I quattro cilindri sono esterni alla intelaiatura, e posti due davanti e due di dietro, con un diametro di 0^m,44 ed una corsa identica; i meccanismi, che in proporzione delle dimensioni generali sono leggeri, trovansi interamente all'esterno.

Vi ha un regolatore per ogni coppia di cilindri, ma una sola leva di cambiamento di marcia per le due distribuzioni.

Le casse ad acqua sono poste sotto la caldaia, all'indietro, e contengono 5000 litri d'acqua.

Ecco qual è alla partenza la ripartizione del carico :

1 ^a sala anteriore	9,000 ^{kg} .
2 ^a » »	10,400
3 ^a » »	8,600
4 ^a » »	10,000
5 ^a » »	11,000
6 ^a » posteriore.....	10,500
Totale.....	59,550 ^{kg} .

Queste macchine trascinano regolarmente 45 vagoni di 10 tonnellate, ciascuno.

Nella ferrovia del Nord funziona pure un'altra poderosa locomotiva-merci ad 8 ruote accoppiate. In essa il focolare è considerevolmente più largo della distanza fra le ruote, e il cilindro costituente la caldaia è così ripieno di tubi da lasciare appena qualche spazio pel vapore, e poca facilità di circolazione per l'acqua. A diminuire gli inconvenienti che ne potrebbero conseguire sta costruito lungo il cilindro della caldaia un apparecchio soprariscaldatore, e siccome tutto questo meccanismo riescirebbe troppo alto, ove ancora il camino vi avesse la posizione ordinaria, così questo è disposto orizzontalmente con una leggiera curvatura alla estremità: ciò che osservasi pure nella locomotiva Petiet.

Una locomotiva francese non meno formidabile, e di cui già feci parola, è quella che venne presentata dal sig. Engerth al concorso del Semmering: il piano inclinato di questo nome, che trovasi sulla linea da Vienna a Trieste sul passaggio delle Alpi Stirie costituisce forse una delle più forti pendenze che le ferrovie abbiano attraversato, ed era quindi necessaria una locomotiva speciale che ne facesse il servizio. Tale locomotiva fu attivata nel 1856, ed in essa le ruote del tender erano mosse dalla macchina per mezzo di un ingranaggio, in modo da farle concorrere all'aderenza. Nel 1861 però la locomotiva del Semmering venne notevolmente modificata (fig. 7): il tender, unito alla locomotiva nel modo ordinario, sopporta sulla sua intelaiatura prolungata una parte del focolare, ed è portato da due coppie di ruote indipendenti. Il meccanismo è quello di una macchina-merci ordinaria, ma montata su quattro sale accoppiate, invece che tre, ed avente ruote di diametro abbastanza piccolo (1^m,258) da non dar luogo ad un interasse estremo troppo grande pel passaggio nelle curve; però colla soppressione degli ingranaggi venne sacrificata la facilità del transito nelle curve di debole raggio, abbenchè nel fatto stesso siasi resa molto più pratica tale locomotiva.

In qualche forma di locomotiva a 4 cilindri e 12 ruote accoppiate,

3 sale coi 2 cilindri relativi sono fissate alla intelaiatura su cui la caldaia riposa per due punti situati uno a ciascun lato del focolare, mentre le altre 3 sale con i rimanenti due cilindri trovansi collocate sopra un carro indipendente che si acconcia secondo la curvatura della strada, standovi la camera del fumo nel centro dei due gruppi. Questa modificazione si avvicina sempre più al sistema delle due locomotive accoppiate coi focolari riuniti, in cui un solo apparecchio di manubri può regolare il movimento di due macchine, ed un solo fuochista l'alimentazione di due focolari. Senza istituire un confronto fra i due sistemi, non tralascierò d'osservare che quest'ultimo viene dal Bourne reputato preferibile, inquantoché l'altro per la grande altezza che conviene dare alla macchina, a fronte della sua larghezza di base, obbliga il cilindro generatore ad avere un considerevole diametro, mentre la relativa strettezza della strada limita quello della caldaia; cosicchè l'area occupata dai tubi bollitori dà luogo ad un tale restringimento di sezione che l'efficacia della superficie di riscaldamento rimane notevolmente diminuita.

Però, se l'accrescimento dello sforzo di trazione costituiva un motivo per aumentare la superficie di riscaldamento, è esso in Inghilterra ben poco apprezzato, mentre invece la Francia se ne vale in proporzioni considerevoli; infatti le sue più recenti macchine-*express* hanno una superficie di riscaldamento che ascende fino a 168^m.^q. e le sue macchine merci per le ferrovie d'Orléans e del Mezzogiorno una superficie di riscaldamento che ascende fino a 213^m.^q.

Una delle più recenti e pregievoli locomotive francesi è quella *per merci* di Polonceau *ad otto ruote accoppiate*. Essa è caratterizzata dall'impiego di una sala a gomito ausiliare, la quale non sopporta parte alcuna del peso della macchina, ed è solo destinata a ricevere il moto degli stantuffi ed a trasmetterlo alle ruote motrici; è inoltre munita d'articolazioni e dell'apparecchio d'unione a bilanciere per il passaggio delle curve di piccolo raggio. Degna di menzione è pure la *locomotiva per viaggiatori ad una sala motrice* che fa il servizio della ferrovia di

Oricans. Vi si notano un focolare del sistema Tembrink che già descrissi, gli apparecchi d'unione a bilanciere di Polonceau, e un inviluppo focolare in un sol pezzo; i cilindri e tutto il meccanismo sono esterni, e lo spostamento delle sale estreme è di 4^m30, mentre nel sistema precedente era di soli 3^m48.

Le locomotive-merci per forti rampe a 4 sale accoppiate, che già dissi appartenere alla Compagnia del Nord, sono essenzialmente macchine-tender aventi sulla caldaia un disseccatore, ed il camino disposto orizzontalmente. L'alimentazione vien fatta per mezzo di due iniettori Giffard, e l'intelaiatura è costituita in un solo pezzo: l'apparecchio d'unione si distingue principalmente per una molla che col mezzo di un gancio a lungo gambo è articolata ad una caviglia costante, la quale tende a ravvicinare per quanto maggiormente è possibile il centro dell'apparecchio stesso alla sala posteriore.

Citerò finalmente come notevole espressione degli ultimi progressi delle locomotive la *macchina-tender articolata a 12 ruote e 4 cilindri* che i sigg. Meyer padre e figlio idearono, e che presenta una soluzione assai lodevole del problema di varcare senza pericolo curve ferroviarie di piccolo raggio.

Essa si compone di una caldaia unica portata da due treni motori, ciascuno a sei ruote accoppiate, e ciascuno posto in moto da due cilindri: il serbatoio per l'acqua è posto anteriormente, quello pel combustibile posteriormente, e la ripartizione del peso totale è operata in modo che il centro di gravità si trova sulla linea che passa per la sala di mezzo di ogni treno. La caldaia poi riposa sull'avantreno per mezzo di un unico perno-sostegno, e sul retrotreno per mezzo di due perni-sostegni semisferici situati lateralmente al focolare, al disopra della sala di mezzo; disposizione che permette all'avantreno di prendere, per rapporto alla caldaia tutte le posizioni cose necessarie dalla curvatura o dalle irregolarità della strada. L'avantreno trovasi collegato al retrotreno per mezzo di un'asta rigida il cui cuscinetto anteriore è il perno stesso d'articolazione dell'avantreno, e il cui cuscinetto posteriore è situato al

disopra della prima sala del retrotreno, in modo che questa sala è costantemente sollecitata ad entrare nella curva, dove la disposizione della strada lo esiga. I sostegni semisferici o perni, articolati del retrotreno, riposano su due specie di pattini a base piatta che possono scorrere avanti e indietro sopra un tassello pure piatto provvisto di orli laterali, e dei quali, quando la macchina entra in una curva, l'uno va indietro e l'altro avanza. Il giuoco trasversale che, per l'effettuazione di questo movimento, convien dare ai pattini nei risvolti laterali dei tasselli, è debolissimo, e il cambiamento di marcia succede per i due treni colla stessa leva e colla stessa asta. Il meccanismo è esterno.

I sigg. Meyer ritengono che la disposizione di tali due carrettelli indipendenti, ognun dei quali è mosso da due cilindri, permetta d'aumentare il numero delle ruote e di costruire sul tipo stesso *macchine-express* e *miste*, come pure macchine per merci.

Da questi brevissimi cenni si può constatare che la costruzione francese delle moderne locomotive tende in generale ad essere pesante, il che se ne accresce la potenza e la stabilità, è però a danno della velocità, la quale nelle macchine inglesi, più leggiere, è notevolmente maggiore. Però la Compagnia del Nord pare che abbia ultimamente raggiunto le velocità inglesi con macchine aventi una grande superficie di riscaldamento ed un peso aderente di 21,400^{kg}. conciliando così un considerevole accrescimento di potenza colla rapidità del cammino. Tale eccesso del peso aderente è ottenuto con due sale motrici indipendenti mosse da due coppie di cilindri, ognuna delle quali fa agire una sala motrice; sistema che fu anche adottato in alcune ferrovie austriache, sostituendo invece 4 cilindri coniugati alle due coppie, per annullare gli effetti perturbatori della forza centrifuga e del moto alternativo degli organi.

L'Esposizione universale di quest'anno in Parigi conta 32 locomotive, di cui 15 appartenenti alla Francia. Fra queste sono specialmente a notarsi; una locomotiva a 4 ruote accoppiate e a cilindri interni, con graticola atta a bruciare litantrace, ed iniettore Giffard di speciale dis-

posizione, costruita dalla Compagnia del Nord: una locomotiva-merci a 10 ruote accoppiate per fortissime rampe immaginata dall'ingegnere Forquenot, e costruita dalla Compagnia delle ferrovie d'Orléans; una locomotiva, sistema Petiet, costruita nelle officine di Gouin a Parigi; una locomotiva con *tender* motore ausiliario per ferrovia a profilo accidentato, progettata dalla Compagnia dell'Est, ed una suscettibile di ricevere a volontà sei ruote del diametro di 1^m,30, o sei del diametro di 1^m,60; una locomotiva Fell, e tre *locomotive-tender* costruite nelle officine di Schneider e C^{ia}, di cui una destinata specialmente al servizio dei treni *express*; una per ferrovie a binario ridotto, riserbata ai lavori delle miniere e di sterro, ed alle strade vicinali.

I progressi nella costruzione del materiale ferroviario di cui tale numerosa serie di macchine-locomotive forma l'espressione, si possono riassumere nella sempre maggiore potenza di trazione data alla macchina tanto per superare le rampe di 25 a 30^m^{iu}. quanto per tirare sopra rampe del 4 al 5 per 1000 carichi di 600 a 700^{tonn}. potenza di trazione che rimane portata a 5000^{ks.}; il litantrace è quasi completamente sostituito al coke mediante l'impiego di apparecchi fumivori, o di carboni magri bene scelti. Quanto ai prezzi di fabbricazione, nel 1855 le locomotive erano pagate 2 fr. 10 il kg., ed ora questo prezzo è di 4 fr. 75; per il *tender*, il prezzo del chilogrammo, che era di 1 fr. 20, è oggi di 0 fr. 90.

Il seguente quadro contiene le principali dimensioni di qualcuna delle più rimarchevoli locomotive attualmente impiegate nelle ferrovie francesi:

Linea in cui la locomotiva funziona.	Nord della Francia.				Orléans	Lione.	Est della Francia.	Ovest della Francia.	Semmering.
	Engerth a 4 sale accoppiate	4 sale accoppiate	4 cilindri e sei sale motrici.	4 sale accoppiate col tender separato.					
TIPO DI LOCOMOTIVA.									
Diametro dei cilindri (in metri).....	0.50	0.48	0.44	0.50	0.45	0.50	0.44	0.47	
Lunghezza della Corsa id.	0.66	0.48	0.44	0.65	0.61	0.66	0.60	0.61	
Pressione del vapore (in kg. per cent. q.).....	8.44	8.79	9.49	8.44	8.44	8.44	8.45	9.85	
Superficie di riscaldamento del focolare (in m. q.).....	10.75	10.00	10.00	10.57	8.30	9.71	8.00	7.00	
Superficie di riscaldamento dei tubi (in m. q.) ..	188.31	157.08	220.27	193.10	115.66	187.85	134.00	145.95	
Superficie totale di riscaldamento.....	197.06	167.08	230.27	206.67	123.96	197.56	142.00	152.95	
Peso della macchina in tonnellate quando funziona.....	88	99	131.34	97.21	81.4	99	72.6	91.52	
Peso del tender scarico in tonnellate.....	50.16	—	—	40.04	44.22	52.8	44	57.2	
Peso totale della locomotiva e del tender in funzione, in tonnellate.....	138.16	99	131.34	137.28	125.4	151.8	116.6	148.54	
Peso produttore adesione, in tonnellate.....	88	99	131.34	97.21	81.4	99	72.6	148.54	
Massimo peso trascinabile in tonnellate.....	655	436	655	254	122	600	300	260	
Velocità mantenuta egualmente, in miglia inglesi per ora su piani in ascesa.....	12.4	12.4	12.4	9.3	9.3	12.4	15.5	9.3	

Due parole ora sui perfezionamenti delle locomotive in Germania.

Nel 1862 il signor Duplex membro della Società austriaca di Vienna propose una locomotiva *express* per conseguire senza l'aiuto dei contrappesi l'equilibrio orizzontale e verticale delle masse in movimento, cioè per distruggere pienamente tutti i moti *anormali* della locomotiva. A questo scopo i due cilindri comunemente usati sono sostituiti ciascuno da due cilindri sovrapposti, aventi una superficie minore della metà dell'ordinaria, e inclinati alla orizzontale; i gambi degli stantuffi sono convergenti, la direttrice del loro angolo è quasi orizzontale, e terminano in due scorritoi situati superiormente alla seconda sala motrice. A questi due gambi, che hanno moto alternato, si uniscono due aste, le quali agiscono sulla sala motrice per mezzo di una doppia manovella aventi i suoi due cuscinetti sulle estremità di un medesimo diametro.

È pure a notarsi la macchina-merci a 4 ruote accoppiate del signor Borsig di Berlino. In essa trovansi effettuate un'espansione variabile a doppio cassetto, esclusivamente applicabile alle locomotive-merci, ed una sospensione destinata a conservare costante il riparto del peso sulle 3 sale. L'insieme della macchina riposa su tre punti: le aste di accoppiamento, di una grande leggerezza apparente, sono d'acciaio fuso e temperate: i gambi degli stantuffi, le bielle, le manovelle sono anche in ferro fuso, mentre i bossoli del grasso sono in ferro fucinato.

Citerò finalmente la *macchina di montagna* del signor Hartmann, il cui carattere particolare, plagiando il sistema Americano, consiste in un nuovo carrello posto anteriormente alla macchina, che le permetterebbe di transitare in curve di 85^m. di raggio. L'intelaiatura di questo carrello, che è sopportato da una sol sala ha forma triangolare: esso è fisso ad una specie di caviglia a perno che lo abilita a spostarsi trasversalmente entro certi limiti, e sopporta il peso della caldaia per tre punti che ne permettono pure un moto trasversale.

L'esposizione universale di quest'anno conta 5 locomotive Germaniche, degne di essere studiate per la finitezza della loro esecuzione, e

per il diffuso impiego fattovi dell'acciaio Bessemer, metallo che forma pure il principale carattere di alcuni sistemi di sale esposti nella sezione Austriaca.

A provare però il considerevole incremento che si ebbe in poco tempo la costruzione delle locomotive, meglio che le descrizioni valgono i dati comparativi numerici, siccome quelli che hanno seco il linguaggio dell'evidenza. Onde, non mi pare alieno dello scopo mio il seguente quadro, ove trovasi consegnato l'aumento progressivo nella potenza delle macchine dei diversi tipi, durante questi ultimi anni, nonché la riduzione ottenuta per metro quadrato di superficie di riscaldamento nel metallo impiegato :

QUADRO DELLA RIDUZIONE PROGRESSIVA DEL PESO DI METALLO PER METRO QUADRATO DI SUPERFICIE DI RISCALDAMENTO.

SISTEMI.	NUMERO delle sale motrici.	SUPERFICIE di riscaldamento.	PESO A VUOTO della macchina e del tender.	PESO TOTALE colle provvisioni.	PESO TOTALE dell'insieme per m. q. di superficie di riscaldamento colle provvisioni.
VIAGGIATORI.					
		M. q.	Kil.	Kil.	Kil.
Sistema Stephenson	1	74.00	27400	35700	483
— Buddicom	1	72.58	22200	29800	476
— Crampton	1	100.00	32400	43800	438
— South-Eastern	1	103.00	34000	45000	436
— Crampton nuove	1	97.39	34300	46300	477
— Sturrock	1	98.00	45250	61650	634
— Mac Connel	1	80.00	39500	54000	675
Ramsbottom-North-Western	1	92.90	38500	53500	575
Neilson e Co	1	100.00	37800	53000	530
Haswell (Austriache)	1	124.92	39700	59030	471
Comp. del Nord. 4 cilindri	2	167.00	35600	48200	290
MISTE.					
Stephenson trasformata	2	74.00	29200	37800	510
— nuova	2	96.75	38000	53300	530
Engerth	2	125.50	36300	47400	378
MERCI.					
Borbonese	3	133.00	36650	51000	382
Piccole (Stephenson)	3	74.00	29400	39000	527
Medie Creusot	3	126.60	38900	51700	408
Engerth (grandi)	4	197.00	45800	62800	319
Forti rampe. Comp. del Nord	4	124.00	27100	36600	295
— nuove	4	167.00	31700	43200	258
Orleans nuove	4	205.00	52000	69500	339
4 cilindri, 6 sale accoppiate	6	213.00	42500	56600	264

CAPITOLO VI.

Inghilterra.

Nessuno certo ignora quanto la nazione inglese preceda ogni altra nel cammino del progresso delle industrie. Sarebbe quindi per me troppo vanitoso ed esteso compito il riassumere le fasi di miglioramento che la costruzione delle locomotive vi segnò in questi ultimi anni; onde anche qui mi limiterò a brevissimi cenni.

Già l'Esposizione universale del 1862 presentava al visitatore vastissimo campo di osservazione e di studio: la rapidità del cammino, l'accrescimento dello sforzo di trazione e del peso aderente formavano il principale carattere delle molte locomotive esposte. I mezzi impiegati per ottenere rapidità nel cammino consistevano nell'accrescere alquanto la superficie di riscaldamento senza però guari sorpassare i 100^m. q., perchè il litantrace che rapidamente va sostituendosi al coke esige maggiore spazio nel focolare: l'elevazione della pressione del vapore: l'aumento del peso servente all'aderenza: un grande diametro delle ruote motrici: un forte approvvigionamento d'acqua suscettibile di far percorrere grandi distanze senza obbligare a fermarsi.

Venivano poi come perfezionamenti generali l'applicazione dell'inietttore Giffard, dei forni molto fumivori, e dell'acciaio nella costituzione metallica della macchina: il disseccamento del vapore, l'accoppiamento delle sale motrici non parallele, e l'applicazione di apparecchi destinati a permettere alle sale parallele di prestarsi al passaggio delle macchine nelle curve di piccolo raggio.

Tali importanti innovazioni imprimevano senza dubbio un nuovo e

più grandioso sviluppo alla costruzione delle locomotive, e fissavano un altro punto d'appoggio per dominare intieramente le più ardue difficoltà della natura.

Però in quanto alla rapidità del cammino non conviene dimenticare che non pochi vantaggi favoriscono in Inghilterra l'attuazione dei servizi celeri, come per esempio : i profili per lo più orizzontali, un combustibile di migliore qualità, una circolazione di viaggiatori più attiva fra i grandi centri popolati, ed una serie di tariffe superiori del 60 all'80 % alle altre. Riguardo all'orizzontalità dei tracciati delle grandi linee inglesi, essa è dovuta alla configurazione del suolo, e riguardo alla qualità del combustibile, essa permette una temperatura più elevata in focolari di minime dimensioni, e quindi anche un insieme di macchine più leggiera.

Il disseccamento del vapore è ottenuto nelle locomotive inglesi da un apposito serbatoio, in cui la pressione si ristabilisce o si mantiene nell'apparecchio stesso per mezzo di una produzione supplementare. Evidentissimi ne sono i vantaggi, poichè anzitutto si ottiene una ebullizione meno tumultuosa ed una minore perdita di pressione nel condotto di emissione, e poi un migliore utilizzo dell'espansione, risultante da una elevazione della pressione iniziale del vapore al suo entrare nei cilindri, nonché un'economia sul consumo di combustibile.

Nelle locomotive inglesi più recenti la pressione del vapore è più elevata, i focolari più spaziosi, le ruote motrici più grandi, e la provvigione d'acqua e di combustibile più considerevole : le ruote motrici sono esclusivamente in ferro, i cerchi delle ruote, le sale e parecchi pezzi del meccanismo in acciaio fuso.

Esiste poi molta varietà nei focolari fumivori destinati a bruciare il litantrace, e tra essi quelli di Mac-Connell e di Cudworth sono particolarmente degni di essere studiati. Il focolare Mac-Connell si compone di una camera di combustione estendentesi oltre la graticola, e come questa separato in due parti da un bollitore verticale che va fino alla

placca tubulare, permodochè sonovi due porte, due graticole e per così dire due focolari che si caricano alternativamente. La grande capacità della camera di combustione così ottenuta permette un miscuglio completo dell'aria e dei gaz combustibili, producendo per conseguenza la fumivorità.

Il focolare Cudworth consta di una graticola lunga 2^m,40 fortemente inclinata che si può aprire inferiormente e ripulire facendo strada, ed è terminata da una piccola graticola orizzontale a rovesciamento. La cassa del fuoco contiene un bollitore longitudinale che eccede di poco la semilunghezza della graticola, e che la separa quasi in due graticole distinte, ciascuna approvvigionata da due porte speciali sovrapposte. Accennerò finalmente ai focolari Beattie, come costituenti il più completo dei perfezionamenti recentemente introdotti. Essi consistono in due distinte graticole poste una di seguito all'altra, approvvigionate ciascuna da una porta, e nel cui intervallo trovasi un bollitore trasversale in metallo cosperso di fori: sulla prima graticola si carica il litantrace, sulla seconda il coke, e dietro a questa sta una camera di combustione profonda, separata in due parti da un bollitore verticale.

Nell'esposizione universale del 1862 l'Inghilterra aveva parecchie pregevoli macchine-*express*, fra le quali notavansi di particolare interesse quella di Mac-Connell a cilindri esterni, e quella di Ramsbottom, pure a cilindri esterni, di cui descriverò più oltre un ingegnoso dettaglio. In generale poi le disposizioni adottate dagli inglesi per risolvere il noto problema della trazione su forti rampe e curve di piccolo raggio, si riassumevano per le macchine merci nelle seguenti:

Il peso portato dalle ruote motrici era di 37,500^{kg}, mentre le ruote del *tender* portavano 11,500^{kg}: il peso totale della macchina era quindi di 49 tonnellate, compresi la provvigione d'acqua e di combustibile.

La superficie di riscaldamento era di 134^{m²}, di cui 120 in tubi e 14 in focolare.

Il *tender* poteva girare a perno e scorrere contemporaneamente; di

più le ruote della sala motrice intermedia aveano i loro cerchi senza salienti e foggianti cilindricamente.

Tali disposizioni permettono alla macchina di transitare senza sforzo in curve di 150^m di raggio. Questa era poi munita di quattro freni a zoccolo scorrenti sulle rotaie, e suscettibili di portare l'intero peso che gravita sulle ruote motrici : disposizione che ha per effetto di preservare i cerchi, i quali sopra pendenze molto lunghe non possono scorrere sulle rotaie senza rapidamente alterarsi.

Quanto a potenza le migliori locomotive inglesi sono le *Iron Duke* della *Great Britain*, di cui ecco alcune dimensioni principali :

Diametro dei cilindri.....	0 ^m ,46
Corsa dello stantuffo.....	0 ^m ,61
Area della graticola.....	1 ^m ·9',95
Numero dei tubi bollitori.....	305
Diametro di ogni tubo.....	0 ^m ,05
Area della superficie di riscaldamento.....	181 ^m ·9'54

In essa un centimetro cubo d'acqua può essere evaporato in un'ora da ogni 15 centim. quadrati di superficie riscaldata, e la sua forza è valutata in 750 cavalli ; la pressione nella caldaia è di 75^{kg}. per ogni centim. quadrato, mentre la pressione iniziale nel cilindro è di circa 75^{kg}, 50 di meno. Però sotto una grande velocità la pressione nella valvola di distribuzione è maggiore che nella caldaia, fatto da attribuirsi alla forza del vapore quando la sua corrente continua è arrestata dal chiudersi della valvola. Tale pressione entro la valvola è regolata da uno stantuffo a bilanciere connesso ad anello colla parte anteriore della valvola stessa ; senonchè tale innovazione è poco adottata, e nelle locomotive ordinarie è forse preferibile il meccanismo a *coulisse* che abbreviando il cammino della valvola, aumenta in correlazione la forza atta a farla funzionare.

Il vantaggio di togliere la pressione mediante uno stantuffo sta in ciò che la valvola è posta in grado di abbandonare la sede e lasciare uscir l'acqua dal cilindro ove la macchina pericolasse di scoppiare :

questo vantaggio non trovasi però, a quanto pare, sufficientemente raggiunto nella locomotiva *Iron Duke* in causa di una soverchia ristrettezza di giuoco nell'apparecchio, e di una imperfetta e non continua *lubrificazione* di quei pezzi.

La presa del vapore è fatta attraverso un tubo perforato, e la sua ammissione nei cilindri è regolata da una specie di graticola ad incastro collocata nella cassa del fumo e funzionante per mezzo di una sbarra che si estende fino al fronte della caldaia. L'animella consiste in un congegno di piccole aste in ferro collocate nella camera del fumo, e ciascuna delle quali agisce a guisa di ponticello sospeso per trattenere in contatto dei tubi il fumo più caldo: queste asticelle si alzano od abbassano a piacere per mezzo di manico adatto, e la corrente rimane in tal modo regolata.

Locomotive di minor forza. — Il tipo della macchina per convogli celeri di viaggiatori adoperata sulla ferrovia Londra e Nord-Ovest è costruita nelle officine di Crewe, ed ha le seguenti principali dimensioni:

Diametro del cilindro.....	0 ^m ,41
Corsa dello stantuffo.....	0 ^m ,61
Diametro delle ruote motrici.....	2 ^m ,28
» delle ruote conduttrici e posteriori....	1 ^m ,07
Peso sulle ruote davanti.....	9 ^{tonn.} ,55
» » di dietro.....	6 ^m ,20
» » motrici.....	10 ^m ,66
Peso totale.....	27 ^m ,00
Superficie riscaldata della camera del fuoco.....	7 ^{mq} ,82
» » di 192 tubi.....	85 ^m ,400
Diametro esterno di ciascun tubo.....	0 ^m ,046
Lunghezza.....	3 ^m ,27
Superficie totale di riscaldamento.....	92 ^{mq} ,82
Distanza fra le ruote anteriori e le motrici.....	2 ^m ,31

Distanza fra le ruote posteriori e le motrici 2^m,38

Lunghezza totale della base delle ruote. 4^m,69

Questo tipo di macchina celere, dovuto al sig. Ramsbottom, si può ritenere come il migliore che siasi costruito nel 1865 in simile classe di locomotive; i meccanismi si distinguono per semplicità ed eleganza, e tutto presenta la disposizione più acconcia pel migliore impiego della forza motrice.

Al sig. Ramsbottom devesi pure un interessante apparecchio per alimentare d'acqua i *tender* delle locomotive facendo strada, evitando così la necessità di numerose fermate. Tale apparecchio che vedesi disegnato nelle fig. 5 e 6 (Tav. III), consta di un truogolo ad acqua aperto e posto longitudinalmente fra le rotaie circa al loro livello, e di un tubo assorbente connesso al fondo del *tender*, avente l'estremo ricurvo all'innanzi, ed immerso nell'acqua del truogolo in modo da aspirare l'acqua e riversarla nel serbatoio del *tender* stesso mentre si fa strada.

Il truogolo ad acqua A in ferro fuso è largo 0^m,46 e profondo 0^m.15, ed è posto sui cuscinetti delle rotaie a tale altezza che quando è pieno d'acqua la superficie di questa è 5^{cent.} al disopra del livello delle rotaie. Il tubo assorbente è in ottone, con orifizio largo 25^{cent.} ed alto 5, e quando lo si abbassa per immergerlo nel truogolo l'orlo dell'orifizio è a livello delle rotaie ed immerso 5^{cent.} nell'acqua; questa entrando nel tubo B è spinta lungo il tubo alimentatore C, che la scarica nel serbatoio del *tender*, e che ha un risvolto alla sommità per impedirne ogni trabocco. Tale tubo assorbente è portato da un collare centrale D posto trasversalmente, e quando non agisce lo si ferma pel contrappeso E, fuori del suolo; quando invece lo si vuole immergere nel truogolo, il macchinista lo abbassa per il manico F che trovasi alla sua portata, e lo ritiene in siffatta posizione per tutto il tempo dell'alimentazione.

L'estremità superiore del tubo assorbente ha forma d'arco circolare, siccome pure il fondo del tubo alimentatore F; quindi allorché il tubo

B è in posizione da sollevare acqua, esso forma un prolungamento del tubo C. Il limite di depressione del tubo assorbente è diligentemente assicurato con viti, le quali, formando quasi un punto d'arresto, impediscono che l'orlo dell'orifizio del tubo stesso venga ad abbassarsi al disotto del livello a cui deve funzionare, e servono pure a rimettere il tubo allo stesso livello, quando gli ottonami ed i cerchi del tender logorandosi per l'uso ne avessero prodotto uno spostamento. L'orlo dell'orifizio del tubo assorbente è foggato a sghebo pronunciato per diminuire gli spruzzi.

Il truogolo ad acqua è fuso a pezzi lunghi circa 1^m,83 in modo ch'esso riposi sopra ciascuna traversa alternata, rimanendovi nello stesso tempo fissato. Il rivestimento è in legno, e le estremità di ogni pezzo sono munite di una scanalatura poco profonda in cui viene inserita una striscia di gomma elastica vulcanizzata per avere un giunto inflessibile ed impermeabile, il metallo non essendo a contatto; ciò compensa tutte le alterazioni che l'espandersi dell'acqua, le ineguaglianze della via, e le vibrazioni dovute al passaggio dei convogli potrebbero ingenerare. La lunghezza dei truogoli attualmente in uso nella ferrovia da Chester ad Holyhead presso Cousway è di 401^m,31 sul livello della strada, ed a ciascuna estremità le rotaie sono collocate con un'inclinazione di $\frac{1}{100}$ per un' ulteriore lunghezza di 14^m,56, permodochè da tale rialzamento della strada emerge che la sommità della inclinazione è 15 centim. più alta che la porzione a livello.

Il truogolo è connesso nel fondo ad una placca che ne riunisce le due sponde inclinate, in guisa che lo stesso involuppo di legno serve a fissarlo per tutta la sua totale lunghezza. La parte della linea in cui esso è fissato è una curva di 1 miglio inglese di raggio; e la rotaia esterna è *chanfreinée* al disopra di quella interna; il *chanfrein* però non influisce sulla efficacia dell'azione del tubo assorbente sul tender, poichè non occupa che 15^{cent.} sopra i 25 di larghezza del tubo stesso.

Ad ogni estremità del truogolo esiste un tubo di scarica per limitare

l'altezza dell'acqua ; questa ha una profondità di 13^{cent.}, ed il tubo assorbente vi si immerge per 5^{cent.}, rimanendo gli altri 8 liberi sul fondo per qualunque deposito di cenere o di pietre. Il truogolo è poi costruito in modo che non presenta difficoltà veruna ad essere afferrato da qualunque apparecchio o catena fissatrice pendente dai convogli che vi passano sopra, tantochè dietro esperienze fatte con un sistema di catene ad uncino e di fermagli, il truogolo fu portato via senza il menomo guasto,

Quanto alle difficoltà provenienti dalla formazione del ghiaccio, se n'ebbe ottima prova in alcuni rigidissimi inverni, poichè col mezzo di un piccolo rompi-ghiaccio che si faceva correre a mano ogni mattina lungo il truogolo, lo strato agghiacciato veniva rimosso dalla superficie dell'acqua, nè in seguito più si formava che una pellicola così sottile che veniva franta dal tubo stesso passando lungo il truogolo, senza che menomamente si sentisse. Anzi rimase dimostrato che tale azione continuata in tutti i successivi convogli dell'esercizio ordinario basterebbe in quel clima ad impedire la formazione di un ghiaccio più spesso di quello che potrebbe venire prontamente distrutto nella stagione più rigida dal semplice passaggio del tubo assorbente.

Il principio su cui si fonda l'azione di questo apparecchio consiste nell'utilizzare l'altezza a cui sale l'acqua in un tubo allorchè le s'imprime all'orifizio d'accesso una data velocità ; soltanto che qui le parti sono invertite, cioè l'acqua è stazionaria, mentre il tubo si muove in essa colla data velocità.

L'altezza teorica, senza calcolare la resistenza dovuta all'attrito, è l'altezza da cui un grave dovrebbe cadere per acquistare una velocità pari a quella con cui l'acqua entra nel tubo ; quindi siccome una velocità di 9^m,75 per secondo si acquista con un battente dell'altezza di 4^m,87 così una velocità di 9^m,75 per secondo, ossia di 22 miglia inglesi all'ora alzerebbe l'acqua di 4^m,87, nello stesso modo che una velocità di 30 miglia all'ora l'alzerebbe di circa 9^m,14, ed una di 15 miglia all'ora la solleverebbero di 2^m,28. Nell'apparecchio considerato l'altezza a cui

l'acqua viene sollevata è appunto di 2^m,28 dal livello del truogolo alla sommità del tubo alimentatore del *tender*, locchè teoricamente richiede la notata velocità di 15 miglia inglesi all'ora, siccome venne confermato dal risultato di sperienze fatte coll'apparecchio stesso. Infatti a tale velocità l'acqua è assorbita dal tubo, e sollevata alla sommità del tubo alimentatore, dove è mantenuta a quell'altezza per tutto il tempo in cui il tubo scorre nel truogolo, senza venire scaricata nel *tender*.

Il *maximum* teorico della quantità d'acqua che l'apparecchio è capace di sollevare è il cubo del contenuto nel canale, mentre la bocca del tubo assorbente passa attraverso l'intera lunghezza del truogolo; questa misura 24^{cent.} in larghezza su 5 di profondità sotto il livello dell'acqua nel truogolo, e 401^m,31 in lunghezza, cosicchè la capacità totale è di 4 tonnellate d'acqua.

Il massimo sollevamento d'acqua coll'apparecchio si trovò corrispondere alla velocità di circa 35 miglia all'ora, alla quale la quantità d'acqua attinta è appunto eguale al *maximum* cercato. Le sperienze fatte dimostrano che la variazione nella quantità d'acqua somministrata è assai lieve per qualunque velocità superiore alle 22 miglia all'ora, a cui si ottiene quasi l'intera alimentazione, e che la maggiore prontezza con cui l'acqua entra alle velocità maggiori è controbilanciata dal minore tempo d'azione durante cui il tubo assorbente attraversa la lunghezza fissa del truogolo. Risulta pure che per qualunque velocità, superiore a quella sufficiente alla libera scarica dell'acqua dalla sommità del tubo d'alimentazione, tutta l'acqua smossa dal tubo assorbente è praticamente assorbita e consegnata nel *tender*. Totali sperimenti furono eseguiti mantenendo ad ogni volta costante il livello dell'acqua nel truogolo, ed all'altezza del piano di trabocco; il tubo assorbente veniva ogni volta abbassato ad egual livello per mezzo di viti, l'altezza del *tender* rimanendo invariabilmente la stessa.

Il sig. Ramsbottom s'indusse a costruire questo apparecchio per coadiuvare alla velocità delle corse della *Posta Irlandese*, il cui esercizio

richiedeva che il convoglio potesse andare da Chester ad Holyhead in due ore, percorrendo così un tragitto di $84\frac{3}{4}$ miglia inglesi; in giorni di temporale richiedevansi per questo viaggio 9904^{litri},40 d'acqua, onde si palesava necessario un ulteriore ingrandimento del serbatoio del tender, oppure il far acqua viaggiando, e fu appunto questo lo spediente che si preferì e si utilizzò con pieno successo.

Macchine-merci. — Il tipo più recente di macchina per le merci fu costruito dai signori Hawthorn di Newcastle per la ferrovia di Glascovia e del Sud-Ovest, ed ha le seguenti dimensioni principali :

Diametro del cilindro.....	0 ^m 41
Corsa dello stantuffo.....	0 ^m 57
Diametro della caldaia.....	1 ^m 22
Spessore della caldaia.....	0 ^m 102
Area della graticola.....	1 ^m 24
Superficie di riscaldamento della caldaia.....	86 ^m 40
Area della sezione attraverso le ghiere dei tubi...	0 ^m 18

I tubi sono in ottone, più larghi all'estremità della camera del fuoco (presso la quale soltanto sono muniti di ghiere) che all'estremità della camera del fumo.

Le ruote anteriori e le conduttrici hanno 1^m 52 di diametro, e sono accoppiate e munite di cerchi in acciaio fuso: hanno 1^m 06 di diametro e cerchi del miglior ferro di Yorkshire. Questo tipo di locomotiva ha collari e sostegni interni soltanto alle sale, ed è munito di iniettore Giffard. Le locomotive per viaggiatori che funzionano sulle linee di Londra, Chatham e Dover hanno maggiore la superficie della graticola, minore quella di riscaldamento, e il diametro delle ruote motrici e minore posteriori eguale ad 1^m 67: le ruote sono provviste di cerchi in ferro fuso, l'armatura è esterna ed interna, e la caldaia è alimentata da 2 iniettori Giffard.

I signori Hawthorn costruirono pure macchine accoppiate per viag-

giatori, a grande velocità, per l'uso della ferrovia del Nord adottando le seguenti principali dimensioni :

Diametro dei cilindri.....	0 ^m 42
Corsa dello stantuffo.....	0 ^m 56
Area della graticola.....	1 ^m 30
Superficie di riscaldamento.....	84 ^m 17
Area della sezione di un tubo attraverso la ghiera.	0 ^m 19

I tubi sono in ottone più larghi presso la camera del fumo che presso la camera del fuoco, e fissati ad ambo le estremità con ghiera in acciaio. Il diametro delle ruote anteriori è di 1^m 22, e mentre quello delle posteriori e motrici è di 1^m 98 : l'armatura è interna ed esterna.

Citerò finalmente un'altra locomotiva-merci dei medesimi costruttori che si avvicina al tipo Americano, e funziona sul prolungamento della ferrovia di Copiapo. Essa brucia indifferentemente legna e carbone. e si distingue per le seguenti dimensioni :

Diametro dei cilindri (esterni).....	0 ^m 41
Corsa dello stantuffo... ..	0 ^m 61
Area della graticola.....	1 ^m 46
» della superficie di riscaldamento.....	102 ^m 37
» della sezione di un tubo attraverso la ghiera.	0 ^m 20
Diametro della caldaia.....	1 ^m 26
Spessore delle lamine che la costituiscono.....	0 ^m 012

I tubi sono in ottone colla larghezza di 4^{cent} presso la camera del fumo e di 5^{cent} presso la camera del fuoco, trovandosi tutti fissati a quella con ghiera in acciaio, ed a questa nella ragione soltanto di uno ogni sei. La macchina è provvista di tender con ruote in acciaio fuso del diametro di 0^m 75, ed ha 6 ruote motrici accoppiate, in ferro malleabile, e munite di cerchi d'acciaio: essa è pure provvista sul cammino di un *cogli-faville* della foggia che si suole usare per le locomotive brucianti legna.

Tali macchine sono atte a lavorare con una pressione nella caldaia di 980^{re}. per centimetro quadrato. La loro costituzione semplice, simmetrica e nel tempo stesso convenientissima, contrasta singolarmente con alcune complicate macchine francesi del tipo Crampton che prima di esse facevano il servizio in Inghilterra.

Gli inglesi occupano poi nell'attuale Esposizione di Parigi un posto eminentissimo per quanto specialmente è d'industria meccanica, e di ciò non è ad avere meraviglia se si pensa alle loro tradizioni ed alla ingente quantità di carbon fossile che il loro suolo produce, e che gli ultimi dati statistici fissano annualmente in oltre 98 milioni di tonnellate.

Le più notevoli officine meccaniche sono a Manchester, Leeds, Birmingham, Sheffield, Newcastle e Glasgow: esse impiegano un personale numerosissimo per il quale non esistono determinati rapporti di salario, ma che però è sempre generosamente ricompensato in ragione multipla della relativa abilità individuale. Non esistono statistiche generali della produzione di locomotive nella Gran Bretagna, ma delle sole officine di Newcastle si reputa dietro accreditati documenti essere uscite fino a tutto il 1864 2400 locomotive, di cui 907 inviate all'estero; e si calcola in 4,500,000 lire sterline il valore approssimativo di tutte le locomotive fino a tal epoca costruite in Inghilterra. Queste cifre per quanto considerevoli, sono perfettamente spiegate dal fatto che oltre tredici mila miglia di ferrovia sono ora attivate nel regno unito, le quali impiegano circa 18,000 vagoni per passeggeri, e 233,000 carri, e che il numero delle locomotive usate sopra tale immensa rete ferroviaria fu nel solo 1865 di 7414.

L'Esposizione di Parigi conta cinque locomotive inglesi, oltre ad una per le strade comuni. I principali perfezionamenti introdottivi sono: l'applicazione di nuovi apparecchi atti a bruciare carbone anzichè coke, assorbendo il fumo: il riscaldamento dell'acqua di provvisione col vapore perduto: il reciproco equilibrarsi delle parti del meccanismo aventi moto d'andivieni, fatto che ha per conseguenza immediata una

considerevole diminuzione nell'usura della via della macchina, nonché una maggiore possibilità di ottenere senza pericolo una grande velocità di cammino ; e finalmente il mezzo di soprariscaldare il vapore nel suo tragitto verso i cilindri in modo da mantenerne il calore normale, e da diminuirne la perdita di forza originata dalla condensazione.

CAPITOLO VII.

America.

Questo popolo transatlantico, nuovo nella vita delle nazioni, ha tuttavia raggiunto nel campo delle scoperte e delle applicazioni pratiche tale altezza, che nulla più ormai gli può essere d'invidia nella nostra civilissima Europa, se pure ad essa in molte cose non è già superiore e maestra. Lavoratore indefesso, industrie e intelligente, ha natura seria, creatrice, ed atta ad ogni opera più ardita; gli ostacoli si abbattano contro la fredda tenacità del suo carattere, che non conosce altra mira se non l'utilità conseguita nelle migliori condizioni possibili di tempo e di economia, nè altro stimolo che l'essere di altri migliore in tutto quanto è lavoro ed industria,

Ad esso noi dobbiamo molti importanti progressi meccanici del secolo nostro; lo studiarli e lo approfondirne quella grandiosa semplicità che spesso racchiudono, comprende la mente di ammirazione e rispetto.

Le locomotive americane per molti rapporti differiscono essenzialmente da quelle usate in Europa, e si rinviene sempre la ragione di tale diversità nelle particolari condizioni del traffico, del combustibile e del clima, come anche nella disposizione speciale delle ferrovie su cui funzionano, dove la rapidità d'installazione supplisce bene spesso alla cura dei particolari.

Il primo fabbricatore di locomotive che abbia ottenuto qualche successo negli Stati-Uniti fu Baldwin di Filadelfia: nel 1829 egli costruì

un piccolo modello di macchina che gareggiò di velocità con quella di Stephenson sulla ferrovia da Manchester a Liverpool, nell'epoca del suo primitivo esercizio.

Reso ardito dai risultati, Baldwin costruì subito dopo un'altra locomotiva più perfetta, a cilindri esterni posti lateralmente alla cassa del fumo: ognuno si rise di questa disposizione, ma nullameno tutti i costruttori d'allora in poi la copiarono. Però le macchine importate in America, come quelle ivi costruite trovavansi in brevissimo tempo fuori di servizio, grazie alla complicazione del meccanismo e soprattutto ai deboli raggi delle curve ferroviarie ivi praticate, che spesso rendevano ad una locomotiva a quattro ruote impossibile il poterle percorrere senza saltare ad ogni metro sulla rotaia.

Fu allora che David Matthews immaginò un avantreno da adattarsi alle locomotive, mobile attorno una caviglia e le cui ruote poco distanti fra loro potessero prestarsi a tutte le curve; questa ingegnosa disposizione venne tosto a costituire il carattere principale delle locomotive americane, e Baldwin approfittandone ebbe in breve ad accrescere l'importanza della sua fabbricazione.

Senonchè il sig. Norris di Filadelfia, geloso di un successo che disputava quasi il primato alle macchine inglesi, volle esso pure darsi all'industria delle locomotive, e unitosi al colonnello Long, ingegnere degli Stati-Uniti, diede luce ad una prima macchina, la cui parte anteriore era foggata a chiglia di vascello per diminuire la resistenza dell'aria, e la cui caldaia aveva due ritorni di fiamma: questa però, per deficienza di cognizioni pratiche nel Norris, male combinata colle proporzioni e la potenza della macchina fece cattivissima prova. Scoraggiato e privo di capitali, già stava per abbandonare l'impresa, quando stretta relazione con un tal Sanno abile e intelligente meccanico, costruì una nuova caldaia, e valendosi degli antichi cilindri e di qualche altro pezzo, compose una nuova macchina che le sperienze e la pratica dimostrarono pregevolissima nelle vie piane e nelle rampe. Superati così gli ostacoli col trionfare pei fatti sulle derisioni e sulle ostilità degli

avversari, il Norris ebbe nel 1839 ristabilita la riputazione delle sue officine, alle quali poi, preposto definitivamente il Sanno, più uon mancò fama, nè lavoro.

Vennero in seguito altri costruttori che con maggiore o minore fortuna, tutti però con grande vantaggio dell'industria ferroviaria, diedero valida opera al perfezionamento della locomotiva. Citerò fra i molti Rogers, Ketchum, Grosvenor e New-Jersey di Paterson, Harrison, Bastwick di Filadelfia, Dunham di New-York, e finalmente Robinson a cui in ispecial guisa è dovuto l'attuale stato della locomozione a vapore in America.

La parte anteriore delle macchine americane poggia ora generalmente sovra un piccolo carretto a 4 ruote. Sull'orifizio inferiore del camino s'innalza un gran cono destinato a ricevere le scintille che si producono con manifesto inconveniente, quando si abbruccia legna, e che vengono deviate all'ingiù da una specie di piattello rovesciato posto sulla bocca del camino; in tal guisa esse sono ad intervalli chiamate fuori per una porticina, mentre una reticella di fil di ferro posta sull'estremità superiore del cono intercetta l'adito a quelle che sviate potrebbero altrimenti venir emesse dal camino. Sul davanti della macchina, all'altezza dell'intelaiatura, è fisso un congegno di sbarre in ferro destinato a sbarazzare la via da qualunque oggetto che su di essa si trovasse, e segnatamente dagli animali o dalla neve che vi fosse caduta.

Nella fig. 4, tav. II è rappresentata l'elevazione laterale di una locomotiva americana della consueta forma: in A trovasi una specie di tettoia, per lo più elegantemente disposta, dove il macchinista si ripara dalle intemperie: in B sta una campana che annunzia ai viaggiatori l'avvicinarsi di qualche stazione: C è il cono rovesciato che funge da camino e da cogli-faville: D il sito dell'apparecchio sbarazzatore della via, E il carretto che sostiene la parte anteriore della caldaia, F un gran fanale notturno.

Vi si hanno generalmente 4 ruote motrici accoppiate del diametro

abituale di 1^m,50 a 1^m,80 o di 2^m,10 quando si richiegga una grande velocità : queste ruote accoppiate sono distanti circa 50^{cent.} l'una dall'altra, e la coppia posteriore è generalmente provvista di orli, mentre le ruote conduttrici ne sono generalmente prive con una forma per lo più cilindrica, anzichè leggermente conica, disposizione la quale deve attribuirsi al fatto che le ruote cilindriche sono riputate di maggiore durata che le coniche, e meno atte a produrre oscillazioni.

Per i piani molto inclinati si usano generalmente macchine ad otto ruote accoppiate di ferro fuso con 0^m,76 a 0^m,84 di diametro. Le ruote delle macchine per viaggiatori si fanno d'ordinario in ferro fuso coi cerchi in ferro battuto e qualche volta anche in ferro fuso a *coquille* come quello che si ritiene più atto a sopportare il gelo.

Nelle locomotive pesanti impiegate pel trasporto del carbone sulla ferrovia del Reading, e brucianti antracite, si hanno 8 ruote accoppiate del diametro di 1^m,10 e cilindri del diametro di 0^m,48 con 0^m,56 di corsa degli stantuffi ; la caldaia ha il diametro di 1^m,17 e contiene 103 tubi in ferro aventi un diametro esterno di 0^m,055 e una lunghezza di 4^m,27. Il focolare è lungo 2^m,13, e le sbarre della graticola, fatte in ferro fuso, sono rese mobili per via di una leva, affinchè facilmente possa venire distaccato e rotto ogni deposito : ad evitare poi che le sbarre soffrano per l'attività della combustione, il cinerario contiene alcuni millimetri d'acqua. In tali macchine sostienesi che il combustibile non venga bene utilizzato per effetto del tirante d'aria che ne sciuperebbe una buona parte esportandolo pel camino : quanto però è lecito affermare si è che l'antracite non venne mai con grande successo introdotta nelle locomotive, siccome quella che opprimendo soverchiamente il focolare non pare aver guari una forza evaporatrice superiore a 7^{ks.} d'acqua per ogni chilogrammo di carbone, proporzione assai minore di quello che si consegue col coke.

In generale fra la macchina e il tender delle locomotive americane non esistono i *para-colpi*, ma un cuneo trovasi però frapposto alle parti combacianti per attenuare l'effetto degli urti. Il fischietto d'allarme vi

ha potenza maggiore, e l'indicatore in vetro, che gli americani trovano instabile, è sostituito da quattro o cinque robinetti misuratori : le pompe d'alimentazione sono munite di recipienti ad aria in ambo le estremità, ed il movimento ne è generalmente assai ben regolato.

Le scatole del grasso si fanno per lo più chiuse; esse sono poi provviste d'olio e munite di rotelle in cuoio che ve lo mantengono, nè abbisognano di essere alimentate che una volta al mese : la loro composizione è talvolta di bronzo, talvolta di una lega costituita da 92 parti e mezzo di zinco e 7 parti e mezzo di rame; si fanno rivestite od anche interamente composte di metallo dolce.

Per assicurare la resistenza delle ruote in ferro fuso, esse vengono ricotte dopo la tempera a freddo : a tal effetto appena esse sono composte ed ancora incandescenti si trasportano in pozzi portati a temperatura elevatissima da fuochi di antracite. Siffatto ricuocimento non nuoce alla tempera dei cerchi, la quale ha lo spessore di 13 millimetri, e viene effettuata quando il metallo posa. Con tali ruote bisogna però aver cura di non applicare i freni troppo improvvisamente in modo da produrre confricazione sulle rotaie, avvegnachè questa tolga la tempra in quel punto generandovi un tratto morbido e piano che finisce per distruggere interamente la ruota. In alcuni casi si usano freni in ferro fuso, preferibilmente a quelli in legno; i ferri poi si applicano girando una catena solidaria coi medesimi su di un cilindro retto che muovesi per un volante-manovella ad esso sovrastante : fu anche proposto di far agire i freni per mezzo dell'attrito di una ruota che può essere istantaneamente premuta sulla ruota motrice della macchina.

I veicoli delle ferrovie americane sono molto più grandi di quelli usati presso di noi : le casse sono generalmente lunghe 13^m,50, larghe 2^m,90, alte 2^m,10 e provvisti alle estremità di porte aprentisi su piattaforme protette da ringhiere, che stabiliscono la comunicazione fra una vettura e l'altra. I sedili sono disposti lateralmente, simmetrici all'asse longitudinale delle vetture, sul coperchio delle quali stanno ventilatori, mentre nell'inverno esse possono essere riscaldate da una stufa. Per

impedire poi che la polvere sollevata dal moto del convoglio rechi disturbo fu introdotta in alcune linee una specie di cortina in canepaccio collocata esternamente alle ruote ed estendentesi dal piano inferiore dei carrozzoni al suolo : talora l'aria viene anche rinfrescata e liberata dalla polvere per mezzo di una pompa centrifuga ad acqua mossa dall'attrito di un cilindro solidario con una delle ruote.

Il carrozzone poggia ad ogni estremità sovra un carretto le cui ruote distano fra loro della distanza stessa delle rotaie, permodochè il piano di simile carretto forma un quadrato. Vennero tentate molle in gomma elastica, ma non avendone ottenuta buona prova, s'impiegano generalmente molle a lamina.

In tutte le locomotive americane la camera interna del fuoco è considerevolmente più piccola alla estremità superiore che all'inferiore, permodochè i lati sono molto inclinati e facilitano così l'uscita del vapore, evitando in conseguenza che la lamina venga soverchiamente riscaldata : essa è per lo più interamente in ferro. I tubi bollitori sono d'ordinario in rame, ed assai poco s'impiegano quelli in ferro od ottone, eccettuato il caso delle macchine brucianti antracite, per le quali i tubi in ferro sono più atti a resistere contro l'influenza delle dure particelle di carbone aspirate dal tirante del camino.

Le proporzioni generali delle locomotive degli Stati Uniti non differiscono essenzialmente da quelle più adottate in Inghilterra. In generale però i tubi devono essere più piccoli ed il tirante più energico per macchine in cui si abbrucia legna, e ciò allo scopo di mantenere sufficientemente attiva la combustione : in ogni caso poi è ora regola di buona costruzione il collocare i tubi a maggior distanza fra loro che non per la addietro, nonchè il sopprimerne alcuni del centro per ottenere un aumento di vapore. Comunemente le più recenti locomotive non ammettono fra i tubi una distanza minore di 18 millimetri, e vanno provviste di tale disposizione che permetta il massimo con-

guaglio nella corrente di vapore attraversante i tubi stessi, a seconda dell'estensione della superfice di riscaldamento.

Nell'esposizione attuale è oggetto della più viva attenzione la grande locomotiva *Work* costruita a Patterson (New-Jersey). La sua forma non differisce guari da quella che è rappresentata nella fig. 4, Tav. II, ma l'eleganza ed il lusso tanto nella macchina quanto nel tender sono portate così oltre che veramente essa si ammira più come curiosità che come manifestazione di un vero progresso scientifico ; nullameno vi si rinviene in ogni parte una costruzione perfezionatissima.

CAPITOLO VIII.

Sistemi speciali.

Il desiderio e la necessità di rendere la macchina locomotiva arbitra di ogni ostacolo naturale fu ed è negli ingegneri meccanici dei nostri tempi tanto sentito che sotto la indicazione posta in testa a questo capitolo potrebbero figurare libri interi di teorie, e di dati pratici e descrittivi: quindi impossibile a me il diffondermi in modo completo per ogni motivo, ed anche per quell'amore di brevità che lo scopo di questo scritto avrebbe dovuto rammentarmi. Mi limiterò dunque a cenni generali su ciò che in questo estesissimo argomento è più recente e meritevole, toccando alla sfuggita quanto lo collega al passato.

I vari sistemi speciali di locomotiva finora proposti hanno per iscopo principale la soluzione del duplice problema di transitare con carichi considerevoli sopra forti pendenze, e di varcare senza pericolo curve di piccolo raggio. Per quanto concernel'ascensione di rampe fortemente inclinate, i mezzi impiegati si aggirano sul maggior possibile aumento della forza aderente conciliato colla massima diminuzione del peso morto, o sul prevalersi come forza propulsiva delle reazioni che il materiale fisso sviluppa ed oppone alla gravità del materiale circolante.

Riguardo al passaggio nelle curve di piccolo raggio, il problema non contempla soltanto la necessità di una speciale disposizione nel materiale, ma anche la condizione che per essa non vadano perdute le doti che permettono una grande velocità su quelle parti della strada in cui la curvatura diviene meno sensibile. Di più la potenza delle macchine e le dimensioni generali dei veicoli debbono crescere proporzio-

natamente all'aumento del traffico sopra una data linea; cosicchè quanto costituisce la *base motrice*, cioè la distanza fra le sale motrici, deve estendersi in conseguenza, onde la relazione fra questa base e il raggio delle curve costituisce una nuova difficoltà. Due categorie di mezzi ha l'arte per risolvere il problema: la prima conservando il parallelismo delle sale ne varia solo la posizione trasversalmente all'asse della via, la seconda separando gli assi per gruppi coniugati e lasciando fra loro parallele le sale di ogni gruppo, ravvicina l'asse dei gruppi ad una direzione perpendicolare alla tangente della curva fatta dalla strada.

Si possono comprendere nella prima classe: il giuoco lasciato ai fusi delle sale nei rispettivi bossoli: il giuoco lasciato nell'intelaiatura ai bossoli stessi delle sale: la soppressione dell'orlo in una o più ruote, gli apparecchi di Polonceau, ed i piani inclinati del sig. Forquenot posti fra la scatola e il gambo delle molle: finalmente il sistema delle molle orizzontali di Caillet, sistema che tende a fare riprendere alla sala la sua posizione normale negli allineamenti, e che viene ora adottato in quasi tutte le locomotive delle ferrovie Meridionali.

Si possono comprendere nella seconda classe: anzitutto il sistema Beugnot di cui già parlai più addietro, ed in cui le quattro sale motrici sono coniugate due a due ad un'intelaiatura indipendente dall'intelaiatura principale, che gira a pernio seguendo l'impulso che nelle curve le trasmettono i salienti delle rispettive ruote: poi i sistemi di Gouin e Larpent che per mezzo di un albero intermedio a bilanciere permettono di accoppiare alcune sale in posizioni orizzontalmente e verticalmente variabili: finalmente l'applicazione del *carretto* ad una macchina a sei sale accoppiate per gruppi di tre, ogni gruppo di tre sale essendo mosse da una coppia di cilindri. Tale carretto od avanzreno viene impiegato in America, in Inghilterra ed in Svizzera per ampliare la base di sostegno della macchina, e perchè pare che meglio di altri apparecchi si presti ad un uso generale sui diversi tracciati. I signori Meyer e figlio ne proposero un'applicazione suscettibile a loro

aviso di rendere funzionabili le macchine più potenti sopra curve di piccolissimi raggi.

Ad ogni modo questi sistemi non ottengono completamente lo scopo che il lavoro della macchina sia soltanto debolmente assorbito dalla resistenza ch'essa prova nel passaggio di curve molto sensibili : quindi il problema non si può da essi dire pienamente risolto. Però non vengano meno in questi ultimi tempi le ricerche, gli studi, e le sperienze dei costruttori, ed attualmente anzi sono noti, per superare la duplice difficoltà indicata sull'esordire di questo capitolo, mezzi ch'io mi studierò di descrivere brevemente, raggruppandoli nelle due seguenti classi distinte :

Locomotive di montagna a ferrovia ordinaria.

Locomotive di montagna a ferrovia modificata.

LOCOMOTIVE DI MONTAGNA A FERROVIA ORDINARIA.

Le locomotive di montagna che possono funzionare sulle ferrovie comunemente adottate hanno per carattere distintivo una grande potenza di organi, oppure una moltiplicazione degli apparecchi motori per aumentare la forza aderente, e un meccanismo speciale che permetta alle ruote lo spostarsi lateralmente nelle curve a piccolissimi raggi di linee eccezionali.

Citerò per la prima la locomotiva *Forquenot*, costruita nelle officine della ferrovia d'Orleans, e destinata a salire rampe di 30 ^{milli} su 18^{centi} con curve di 300^m di raggio. Questa macchina-tender ha 10 ruote accoppiate, che ne sopportano la enorme caldaia in lamiera d'acciaio : dalle due parti stanno sulle piattaforme laterali le casse per l'acqua e pel combustibile. Il meccanismo è esterno, ed i carretti di distribuzione sono regolati da un movimento a vite : il focolare, spaziosissimo, entra nella camera del fuoco per la sua faccia principale. L'intelaiatura è interna per le tre prime coppie di ruote, poi si allarga a riquadro e

si fa esterna per le due coppie di ruote posteriori : le ruote poi non hanno treno articolato, ma le sale sono suscettibili di obbedire all'inflexione necessaria nelle curve per mezzo del gioco dei bossoli a grasso, e di un meccanismo speciale di traslazione che essenzialmente consiste nella inclinazione dei piani sopportanti i bossoli stessi.

Le sole ruote motrici sono fisse, mentre le due coppie anteriori e le due posteriori si sportano da 7 a 17^{millim.} per ogni lato del bossolo a grasso. Le aste motrici sono incavate per alleggerirle : quelle d'accoppiamento hanno la loro articolazione a snodo sferico presso alle seconde e quarte ruote. Il carico sulle sale è di 11^{tonn.}, 38 per le due prime anteriori, di 12^{tonn.} per le motrici, e di 12^{tonn.} 12 per le due posteriori.

Come secondo tipo accennerò alla locomotiva *Haswell*, costruita nelle officine delle ferrovie dello stato a Vienna, e destinata ai trasporti di litantrace su rampe di 20^{millim.} con curve di 114^{m.} alla velocità di 11 a 15^{km.}, trascinandovi carichi di 110^{tonn.} non compreso il motore che ne pesa 45. Questa locomotiva, che diede già ottimi risultati, si compone di due gruppi rispettivamente articolati a perno che portano la caldaia, la quale è forzata e respinta sul gruppo anteriore componentesi del meccanismo interno e di sei ruote accoppiate. Il focolare della caldaia riposa sul gruppo anteriore, il quale è disposto in retro-treno mobile a 4 ruote accoppiate, che sono mosse da un meccanismo a finta sala con parallelogrammi articolati adattantisi a tutte le inflessioni richieste : disposizione che costituisce il carattere fondamentale della macchina Haswell. La finta sala, posta sopra le ruote anteriori del tender, agisce e trasmette l'azione per mezzo di bielle, ed è unita alle ruote di ambo i gruppi suindicati portanti la caldaia per mezzo di regoli che mantengono il parallellismo da ambo le parti.

In questa macchina il meccanismo è esterno, eccettuata la distribuzione che è fra le ruote; l'intelaiatura è al difuori di queste, e le sale sono munite di manovelle rapportate alle estremità. Essa ha poi un'altra specialità per il servizio delle forti rampe a cui è destinata, e questa consiste in un doppio freno a vapore posto sotto la caldaia, e agente

sopra le quattro coppie di ruote della macchina per mezzo di un moto di leva nel rapporto di 1 a 1,90 : i due cilindri di questo freno sono verticali, ed hanno 0^m197 diametro sopra 0^m250 di corsa massima.

Citerò finalmente la macchina costruita dall'ingegnere Waëssen nelle officine di San Leonardo a Liège, e detta *a treno universale*. Questa locomotiva-tender ha per carattere speciale la posizione inclinata del meccanismo interamente esterno, un focolare molto fumivoro ed una tribuzione mossa da un solo eccentrico; vi si notano inoltre l'equilibrio di tutte le molle per mezzo dei bilancieri, che nel Belgio e nella Germania furono già da qualche tempo adottati, ed un treno articolato di due coppie di piccole ruote anteriori, oltre le sei accoppiate. Singolare vi è pure l'apparecchio d'unione della macchina al treno : la sbarra d'attacco rimanendo sempre nell'asse, passa sotto la macchina per raggiungere la corrispondente caviglia anteriormente alla sala-motrice, ed il treno mobile ha pure un attacco per mezzo di un'asta che partendo dal punto di mezzo va ad agganciarsi sotto alla cassa del fumo.

Nella classe delle locomotive di montagna a ferrovia ordinaria vanno pure comprese le *locomotive a tender motore*.

Questo sistema, che ha per iscopo di provvedere immediatamente un motore ausiliario, a servizio intermittente od accidentale, ebbe considerevoli applicazioni in Inghilterra, in Francia e nel Belgio, e forma senza dubbio uno dei principali mezzi che il problema della trazione ferroviaria offra per riacquistare il tempo perduto, o salire una forte pendenza. Quattro tipi diversi, Verpilleux, Cernuschi, Flachat, Sturrock ne costituiscono la storia passata, o la invenzione : tre, Fairlie, Urban, Graffenstaden (Vuillemin) ne costituiscono la storia presente od il perfezionamento.

Le locomotive del *sistema Verpilleux* inventate nel 1842, servirono per parecchi anni a salire rampe di 14^m¹¹ tra Rive-de-Gier e Saint-Étienne. Il vapore passava dalla caldaia ai due cilindri del tender per

mezzo di tubi, situati sopra la testa del macchinista, il ed cui interno si manteneva asciutto senza molta difficoltà. I due veicoli motori erano a 4 ruote accoppiate, in ghisa con cerchioni in ferro, e movimenti esterni : la distribuzione si faceva in modo speciale con un cambiamento di marcia a manette, l'intelaiatura era in legno, e la caldaia cilindrica con focolare pure cilindrico. Nel 1857 Verpilleux ne propose una modificazione in cui il vapore ricevuto dal tender proveniva dai cilindri della locomotiva.

Passo alla locomotiva *Cernuschi*. In questa il tender era pure provvisto di due cilindri ausiliari che prendevano il vapore dalla caldaia, senonchè l'autore proponeva ciò avvenisse per mezzo di un fascio di piccoli tubi foggianti a spirali ed obbedienti liberamente alle inflessioni; di più volle ancora utilizzare l'aderenza dei vagoni, trasmettendo loro la forza motrice con ingranaggi ed alberi opportunamente disposti. Questo ingegnoso progetto, che aveva pure il pregio di una caldaia tubulare potentissima (1^m 50 di diametro), e di un focolare assai grande sopportato nel suo mezzo da una coppia di ruote, fu presentato del 1856.

Venne poi in seguito il Flachet, il quale più non si limitò al solo tender, ma volle estendere anche a parecchi vagoni del convoglio l'applicazione dei cilindri motori ausiliari.

Finalmente la macchina *Sturrock*, che pare funzioni in considerevoli proporzioni sulla linea del Great Northern per rimorchiarvi treni ordinari su forti rampe, risale in esistenza al 1863 : il vapore vi è condotto ai cilindri del tender per un lungo tubo dello sviluppo di 7^m e cinque gomiti principali, che cede naturalmente a tutte le inflessioni : l'emissione del vapore fuori dei cilindri del tender si effettua in un vero condensatore tubulare posto nella cassa dell'acqua. Un tubo di partenza, situato al disopra di ciascun cilindro ausiliare, conduce il vapore entro due camere fra le quali stanno 15 tubi condensatori in doppia fila : il vapore non condensato sfugge per un tubo comunicante colla parte superiore dell'ultima di queste due camere e provvisto al suo sbocco di

un riparo metallico che dà esito al vapore e regitta nella cassa l'acqua di miscuglio : cilindri e meccanismi interni, intelaiature fisse e doppie, una dentro l'altra fuori.

Vengo ai sistemi più moderni.

Il tipo *Fairlie* presentato dall'autore nel 1864 si raccomanda per una particolare disposizione meccanica, nonchè per il grosso corpo della caldaia, e per il raggruppamento delle ruote in due treni articolati che permettono il passaggio nelle piccole curve. Il vapore è ammesso nei cilindri del *tender* per mezzo di un tubo corto a gomito che parte dal davanti del focolare, ed è emesso nel camino per un lungo tubo sotto la caldaia analogo al tubo d'ammissione di Sturrock.

La caldaia, e la cassa dell'acqua sono fissate all'intelaiatura per mezzo di rotelle, attorno cui l'intelaiatura stessa si sposta, come pure il meccanismo sopportato e le ruote che formano treni articolati non solidari fra loro, pel passaggio nelle curve.

Il movimento di distribuzione è interno, mentre i cilindri sono esterni e leggermente inclinati : le molle di sospensione sono sotto le sale, e tutte munite di bilancieri equilibranti il carico : l'insieme semplice.

La macchina *Urban*, come il tipo *Verpilleux*, è munita di un serbatoio situato superiormente alla caldaia e comunicante con essa per due tubi verticali : questo serbatoio, avente la capacità di 1300 litri, è provvisto alle due estremità di due camere di presa da cui si dipartono due tubi diversi, uno dei quali alimenta i cilindri della macchina, l'altro quelli del *tender*, comunicando posteriormente alla seconda sala con un apposito tubo orizzontale posto sotto alla caldaia ed articolato ai suoi estremi.

La distribuzione del vapore vien fatta automaticamente per via di eccentrico, ed il vapore emesso dai cilindri del *tender* è raccolto sotto la cassa dell'acqua in tubi che sboccano in una camera comune, a cui è adattato un condotto comunicante collo spazio.

Questa locomotiva, destinata a rimorchiare in servizio ordinario treni

di 346^{tonn.}, il motore escluso, colla velocità di 20^{chil.} e sotto curve di 500^{m.} di raggio e rampe di 10 a 18^{mill.} sopra 28^{chil.} di percorso, è dovuta all'ingegnere Urban.

Una bella locomotiva a *tender motore* figura pure all'Esposizione Universale di quest'anno. Costruita nelle officine della ferrovia dell'Est, essa ha le ruote del tender più piccole che quelle della macchina, ciò che facilita il traffico per le linee eccezionali a cui è destinata: il vapore è ammesso ai cilindri del tender per un lungo tubo a gomiti, ed è poi emesso nello spazio per un tubo diretto: la superficie di riscaldamento è molto estesa, e a tubi corti: la caldaia potentissima ed in lamiera d'acciaio: il focolare gravitante sulle ruote di dietro, e munito di graticola inclinata: gli organi del moto in acciaio fuso, ed interni.

Devonsi finalmente comprendere nelle classe delle locomotive di montagna a ferrovia ordinaria, *le macchine-tender a quattro cilindri*.

Il tipo fondamentale di queste macchine colossali fu già da me precedentemente descritto nell'accennare alla locomotiva Petiet costruita per la ferrovia del Nord a Parigi, quindi non insisterò sull'argomento. Solo dirò che l'Esposizione attuale ne presenta un esempio assai degno di attenzione: in esso i quattro cilindri ed il meccanismo intero sono esterni, e si rilegano ad un'intelaiatura sopportata da 12 ruote formanti due gruppi indipendenti, ognuno dei quali ha il suo meccanismo motore, rimanendo però comune la leva di comando: i quattro settori si fanno reciprocamente contrappeso, gli uni salendo quando gli altri discendono. Due grandi corpi cilindrici di egual diametro sono collocati di seguito l'uno all'altro sopra la caldaia, ed in comunicazione con essa: il primo a contatto diretto col focolare, e stabilito sopra la cassa dell'acqua, funge da serbatoio de vapore, ed è attraversato da tubi disseccatori aventi 0^m 80 di lunghezza e 15^m 4 di superficie di riscaldamento: il secondo, attraversato pure da egual numero di tubi di egual diametro, ha 1^m 10 di lunghezza con 20^m 4 di superficie di riscaldamento, e serve al riscaldamento dell'acqua d'alimentazione che

viene cacciata da pompe nella vasta caldaia : al disseccatore segue il cammino orizzontale.

Questa gigantesca macchina, le cui molle di sospensione, tutte in acciaio, son tutte in uno stesso gruppo equilibrate da appositi bilancieri, è suscettibile, pel giuoco delle sale estreme nei bossoli del grasso di transitare in curve di 150^m di raggio.

Un'altra macchina potente è quella costruita da James Cross a Sant'Elena per la ferrovia di Quensland. Essa pure ha dodici ruote accoppiate formanti da una parte e dell'altra dei focolari due gruppi indipendenti col relativo meccanismo motore, ciascuno dei quali alla sua volta costituisce treno articolato attorno a perni posti sotto la caldaia, e comprendente anche la cassa dell'acqua. La forma del focolare, che trovasi posto fra due corpi tubulari cilindrici della lunghezza totale di $11^m 50$, è rettangola : i due tubi d'emissione del vapore trovansi articolati su rotelle per meglio cedere alle inflessioni laterali e per impedire gli inconvenienti che potrebbe presentare un tubo ricurvo a lungo tragitto. La macchina ha poi due camini verticali alle due estremità opposte, gli apparecchi di distribuzione a tipo rovesciato, e le leve di comando ai cassetti ed al cambiamento di marcia mosse da un *cric* a vite.

Potrei ancora citare altri tipi immaginati per ottenere questa potenza di trazione eccezionale sopra linee accidentate, che coll'estendersi delle reti ferroviarie si rivela sempre più indispensabile, ma tutti in questa classe rivestono il medesimo carattere distintivo, cioè uno straordinario aumento nelle proporzioni o nel numero degli organi, ed una ciclopica costituzione : e non fa più ormai meraviglia il sapere che si costruiscono locomotive di montagna con 16 ruote eguali accoppiate, a $2^m 20$ d'interasse costante, e aventi l'enorme peso di 72^{ton} egualmente ripartito su ogni sala.

LOCOMOTIVE DI MONTAGNA A FERROVIA MODIFICATA.

Sistema Fell. — L'opera meravigliosa del traforo delle Alpi, comunque sussidiata da mezzi potentissimi di ogni natura, non è ancora a tal punto da assicurare nel corso di pochi mesi la traversata della montagna. Gli è in tale considerazione che il sig. Fell a nome della società Brassey e Comp. propose ai Governi italiano e francese la costruzione di una ferrovia provvisoria che completasse il servizio tra S. Michele e Susa finchè la galleria del Cenisio fosse ultimata.

Le pendenze erano tali che nessuna locomotiva degli ordinari sistemi impiegante le sola forza d'aderenza tra le ruote e le rotaie poteva superarle; quindi era evidentemente necessario un'aderenza supplementare. Fu questa aderenza che il sig. Fell pensò ottenere dall'introduzione di una terza rotaia fra le due già esistenti, sulla quale scorresse un sistema di ruote orizzontali solidario col meccanismo della locomotiva. Gli ottimi risultati ottenuti da n'esperienza fatta sul *Cromford and High-Peak Railway* nel Derbyshire con una macchina avente due coppie di ruote orizzontali e due di ruote verticali sopra una via che per un tratto di 167^m aveva la pendenza rettilinea di $\frac{4}{13}$, e per un tratto di 130^m presenta una curva di 50 a 70 metri di raggio colla pendenza di $\frac{4}{14}$, nonchè le favorevoli condizioni poste dall'intraprenditore, decisero i due governi a promettere la concessione, ove il ripetersi delle esperienze sul Moncenisio avesse dimostrato la praticabilità del sistema.

Fu dunque stabilita fra Lanslebourg e la cima del Moncenisio una linea di saggio elevantesi presso la sua origine all'altezza di 1622^m sopra il livello del mare, e presso la sua fine all'altezza di 1773^m sopra il livello medesimo. Sopra una lunghezza totale di 1960^m la sua pendenza media era di 0^m,077, la massima di 0,083: con una curva di circa 40^m di raggio essa passava attorno ad un angolo acuto della strada, sul lato esterno della quale era disposta per tutto il resto della

sua lunghezza, occupandovi una larghezza di 3^m,50 a 4^m sopra i 9^{ma} di larghezza utile totale.

La macchina Fell che venne impiegata nell'esperienza, è una *locomotiva-tender*, le cui casse dell'acque poste lateralmente alla camera del fuoco alimentano la caldaia per mezzo di un Giffard. I cilindri motori sono 2 e agiscono contemporaneamente sopra due gruppi di ruote di cui 4 orizzontali e 4 verticali, ogni gruppo componendosi di 4 ruote accoppiate: gli stantuffi di questi cilindri, che sono interni e posti sotto la camera del fumo, hanno doppio gambo, in guisa che, uno corrispondente alla faccia anteriore, pone in movimento le ruote verticali, l'altro corrispondente alla faccia posteriore, agisce sulle ruote orizzontali, cioè sul meccanismo d'aderenza.

Ecco le dimensioni principali:

Lunghezza della caldaia (munita di 158 tubi).....	2 ^m , 532
Diametro.....	0 ^m , 962
Superficie di riscaldamento totale.....	55 ^m , 986
Superficie della graticola.....	0 ^m , 930
Diametro dei tubi.....	0 ^m , 0375
Diametro dei cilindri.....	0 ^m , 380
Corsa degli stantuffi.....	0 ^m , 406
Diametro delle ruote.....	0 ^m , 685
Distanza fra i centri delle ruote orizzontali.....	0 ^m , 620
» » verticali.....	2 ^m , 092
Pressione massima del vapore nella caldaia.....	8 ^{atm} .

Gli assi dei cilindri trovansi nel piano verticale degli assi delle ruote orizzontali, cosicché la trasmissione del moto dai gambi degli stantuffi a queste avviene per mezzo di una semplice biella. Quanto poi alla pressione delle ruote orizzontali sulla guida centrale, essa è considerevolissima, e può essere a volontà regolata dal macchinista sull'alto della piattaforma: questa pressione è prodotta per mezzo di un asse orizzontale in ferro portanti due passi di vite filettati in senso inverso, che agiscono su due telai posti da una parte e dall'altra della guida

centrale, i quali alla lor volta comunicano con sei molle a spirale che premono per mezzo di forti piastre le ruote orizzontali contro la rotaia. La pressione massima che possa applicarsi alle ruote orizzontali è di 6 tonnellate per ruota, cioè di 24 tonnellate complessivamente.

Per dar luogo al doppio gambo degli stantuffi, precedentemente accennato, l'intelaiatura della locomotiva subisce un notevole prolungamento anteriormente alla prima sala: questo prolungamento porta un asse di rotazione che riceve direttamente il moto rettilineo degli stantuffi e per mezzo di due manovelle lo trasmette trasformato a due bielle laterali esterne, le quali scorrendo entro due ritegni fissi comunicano il moto d'andivieni a due bielle biforcate con cui sono anche congiunte a snodo. Alla lor volta queste comunicano il movimento alla sala posteriore, e quindi per mezzo dell'accoppiamento delle sale, all'anteriore, in guisa che tutto il sistema è messo in azione. Il movimento di ciascuna coppia di ruote orizzontali viene poi reso sempre più solidario con quello dell'altra per mezzo di un ingranaggio.

La distribuzione del vapore non presenta alcuna speciale diversità, ma per contro è tanto più degno di attenzione il sistema di freni; oltre i freni ordinari agenti sulle ruote verticali, di cui ogni veicolo è provvisto, la macchina ed un certo numero di veicoli portano pure potentissimi freni a mascella, che afferrano e stringono la rotaia centrale, esercitando sovr'essa per mezzo di leve comandate dal macchinista una pressione tanto forte quanto si vuole, e non più limitata, come per i freni ordinari, dal peso stesso del veicolo.

La pressione sulle ruote orizzontali può giungere a 24 ^{tonn.} ma ordinariamente non oltrepassa le 12, e si ottiene regolando la posizione del telaio su cui è montato il sistema in modo che la pressione stessa non ecceda mai un certo limite corrispondente ad un adeguato lavoro delle molle. Quindi cade il timore che l'affidare al macchinista il regolamento della pressione possa riescire soverchia imprudenza e generare inconvenienti, poichè nel fatto egli non viene già a determinarla, ma soltanto a regolarne il massimo; la sola guida centrale, dove esiste,

produce questa pressione, e non esiste che nei luoghi in cui la pendenza eccede i 40 millimetri.

I risultati delle sperienze fatte sul Moncenisio con questo ingegnoso sistema riescirono sempre soddisfacentissimi, ed i rapporti che ne vennero pubblicati, fra cui quello dell'ingegnere Tyler non va dimenticato, si pronunciarono tutti in senso assai favorevole all'ardita impresa.

Non istarò dunque a trattenermi su questi risultati, i quali si trovano tutti minutamente consegnati nei detti rapporti, e solo dirò che nelle sperienze eseguite in presenza della Commissione italiana si ottenne pel caso delle rotaie asciutte una velocità di ascesa di 11 ^{ch}_h 03 all'ora, e pel caso delle rotaie umide una velocità di ascesa di 6 ^{ch}_h 70, essendo rispettivamente nei due casi 375 ^{kg}_g 82 e 519 ^{kg}_g il consumo dell'acqua, 42 ^{kg}_g 82 e 89 ^{kg}_g 31 il consumo di combustibile verificatosi per chilometro. Questo per un convoglio-merci di 5 vagoni del peso totale di 39600 ^{kg}_g. Per un convoglio-viaggiatori composto di tre vagoni, con un peso complessivo di 32700 ^{kg}_g, la velocità di ascesa a rotaie asciutte fu di 15 ^{km}_m 700, quella di discesa di 11 ^{km}_m 40, mentre risultò un consumo di 315 ^{kg}_g d'acqua e 35, ^{kg}_g 95 di carbone per ogni chilometro di ascesa. In massima dunque i risultati erano favorevoli, e la Commissione italiana ne concluse bene, quantunque con alcune riserve.

Meglio ancora però ne concluse la Commissione francese, che in una serie di esperienze con un treno viaggiatori del peso complessivo di 42350 ^{kg}_g, ottenne una velocità media di ascesa di 10 ^{km}_m 800 all'ora con un accrescimento medio di pressione nell'ascesa di 1 ^{atm}_m 2/3 per esperienza, ciò che ampiamente dimostrò il potere di vaporizzazione più che sufficiente della caldaia a fungere il servizio cui è destinata: risultati che non furono meno soddisfacenti in una seconda serie di esperienze fatte con un treno del peso complessivo di 3300 ^{kg}_g, ed in cui si ebbe una velocità di ascesa di 15 ^{kg}_g 400, ed un accrescimento medio di pressione per esperienza di 2 ^{atm}_m 1/3. Fu quindi sorpassata la velocità preveduta di 12 ^{km}_m all'ora su rampe di 85 ^m_m: di più la

discesa si effettuò in 10 a 12 minuti, dimostrando così l'efficacia dei freni, i quali non permisero mai una velocità maggiore di 10 chilometri all'ora.

Finalmente il sistema Fell, oltre all'aver presentato efficace aderenza tanto in inverno che in estate, offrirebbe ancora i seguenti vantaggi principali; minori spese di esercizio, risultanti dalla riduzione del personale, minori spese di manutenzione, in seguito alla minore velocità, e minori spese di trazione in grazia della riduzione nel carico totale dei treni.

Sarebbe inoltre rimossa l'obbiezione contro la possibilità di un non interrotto funzionare della macchina per causa di nevi, valanghe, od altre accidentalità, poichè la strada viene coperta con volte in muratura in tutti i luoghi dove l'azione delle intemperie possa seriamente temersi.

Sistema Agudio. — Quantunque l'analisi di questo sistema non farebbe parte del compito che mi prefissi, tuttavia credo mio debito il dirne due parole, come omaggio all'unica invenzione d'ingegnere italiano che si rinvenne applicabile al servizio ferroviario delle forti salite.

Il sistema, quale fu presentato in origine, consisteva in una specie di lungo carro articolato all'americana, fornito di un sistema di puleggie e di tamburi servente come mezzo di rimorchio ad una fune senza fine mossa da due macchine fisse, ed atto a produrre una differenza di velocità fra il movimento del convoglio e quello della fune di trazione, differenza di velocità che costituisce il carattere principale dell'apparecchio. I due rami della fune collocati per intero fra le rotaie, e tesi costantemente da carrucole di tensione fisse alle estremità, venivano tirati uno in alto e l'altro in basso dai due motori di egual forza posti alle due estremità del piano inclinato: la fune poi riceveva il moto per mezzo di due sistemi di puleggie motrici messe in rotazione dalle macchine fisse, e agenti per aderenza sulla corda che vi si rotolava intorno.

Il fatto della duplicità dei motori, e della superiorità dello sforzo di

tensione sostenuto dal convoglio sopra quello sostenuto dalla fune di rimorchio, e quindi di una velocità della fune assai superiore a quella del convoglio, era, come dissi, il pregio più caratteristico del sistema.

La tensione della fune, già ridotta considerevolmente in virtù dei due motori che ne fanno agire ambo i rami, della taglia collocata in testa al convoglio, e della fune fissa d'*aderenza* posta lungo l'asse della via, viene di nuovo ridotta alla metà ripartendosi fra i due rami stessi. Ora, se colla taglia s'imprime alla fune di trazione una velocità tripla di quella d'ascensione del convoglio, e rimane quindi limitata ad un terzo la tensione della fune, per la presenza dei due motori essa sarà nuovamente ridotta alla metà, cosicchè il risultato finale sarà che un solo sesto dello sforzo di trazione del convoglio si troverà sopportato dalla fune.

Ma oltre a questo considerevole vantaggio il locomotore permetteva di fermare il convoglio in un punto qualunque della strada indipendentemente dai motori fissi, e lo assicurava nella discesa facendolo trattenere sia dalle stessi funi motrici, che dalla fune di *aderenza*; questa, solidamente fissata alla parte superiore del piano inclinato, e tesa in basso con un sufficiente contrappeso, circondava le gole di due tamburi centrali, i quali, ruotando pel moto impresso dal sistema di puleggie laterali, sviluppavano la loro circonferenza sulla fune in virtù dell'*aderenza* producentesi fra le superfici a contatto, e determinavano così l'avanzamento del carro.

Senonchè il sig. Agudio, tenendo conto senza dubbio dell'inconveniente di una soverchia moltiplicazione di funi lungo la via, di un' *aderenza* forse non sempre costante in intensità, e della opportunità di potere applicare la sua macchina alla ferrovia Fell pel valico del Cenisio, la modificò recentemente sopprimendo la fune di mezzo: ed il tipo costruito in iscala naturale figura nel Parco italiano dell'attuale Esposizione.

Il nuovo locomotore Agudio, per il quale non trovo di meglio che riferirmene all'autore stesso, non differisce dal primo se non in ciò

che alla fune *fissa* è sostituita l'aderenza dovuta al peso della macchina ed alla pressione esercitata da tre coppie di ruote orizzontali agenti su rotaia centrale.

La fune motrice senza fine trasmette anche quì il moto alle quattro puleggie a gola, del diametro di 1^m. 40, e costituenti l'*apparecchio ricevitore*. Facenti corpo con queste puleggie, e su ciascuno dei quattro alberi delle medesime, sono applicati quattro rocchetti che ingranano con due ruote dentate di diametro diverso, i cui alberi, posti sul medesimo prolungamento, equidistano dagli alberi delle puleggie, e trovansi collocati nello stesso loro piano. Tali ruote, folli sui loro alberi, vengono rese solidarie col sistema per mezzo di due incastratori mossi da apposita manovella: ed allora il moto viene a comunicarsi alle manovelle portate dalle estremità degli alberi stessi, le quali per mezzo di bielle si riattaccano con due leve a gomito poste sui due assi principali di rotazione, che trovansi ad un'estremità della macchina, sopra un comune prolungamento. Tutto questo apparecchio serve alla *trasmissione*. Per l'*aderenza* l'apparecchio si compone di due parti distinte: le quattro ruote portanti e le sei orizzontali. I due assi principali, o meglio l'albero principale, di rotazione trasmettono il moto ad ambo i sistemi di ruote, sia per mezzo di semplici bielle, che con bielle fornite di leve a gomito.

Quanto all'apparecchio dei freni, esso consta di due mascelle in acciaio che, come nel sistema Fell, afferrano e stringono la rotaia centrale per mezzo di una manovella fatta agire dal macchinista; d'altronde poi anche gli incastri destinati a fissare il moto delle ruote dentate servono di freno ausiliare.

È chiaro che le manovelle delle ruote portanti, essendo fra loro ad angolo retto, e le due coppie di puleggie girando in senso inverso, i moti di andivieni delle due leve a gomito fisse ai due assi principali di rotazione sono isocroni, e s'incrociano mutuamente, mentre nel tempo stesso si succedono in guisa da tradurre in un medesimo senso i due movimenti di rotazione. Per correggere poi le differenze di velocità di

rotazione delle due coppie di puleggie, i diametri dei rocchetti corrispondenti al ramo ascendente della fune sono eguali al diametro della ruota dentata, mentre quelli dei due rocchetti opposti non ne sono che la metà; e questo perchè la velocità di rotazione delle puleggie del ramo ascendente è, secondo la teoria del locomotore, la differenza fra la velocità della fune e quella del locomotore, mentre la velocità tangenziale delle due puleggie del ramo discendente vale la somma delle due velocità della fune e della macchina, di cui l'ultima è appena $\frac{1}{3}$ dell'altra.

Il signor Agudio si ripromette così con due locomotori accoppiati di rimorchiare sopra una rampa dell' 8 per 100 un peso totale di 86 tonnellate, ovvero un peso netto di 70 tonnellate, la pressione sulle 8 ruote portanti essendo valutata in 16 tonnellate: avendo così per un ugual peso di macchina manifesto vantaggio sul sistema Fell in quanto a potenza di trazione.

La tensione massima della fune d'acciaio senza fine, il cui peso totale sarebbe di 20^{tonn.}, e per metro corrente di 1^{kg.}, risulterebbe poi di 2116^{kg.} 67: cioè la fune non sopporterebbe che 17^{kg.} per millimetro quadrato della sua sezione.

La forza totale da svilupparsi in ciascuna macchina, per ottenere il necessario lavoro dei due motori, corrisponderebbe a 165 cavalli vapore, e l'effetto utile del nuovo sistema risulterebbe di 0,72.

Qualunque sia per essere il risultato dell'applicazione pratica, noterò che le sperienze fin qui fatte ebbero sempre lusinghiero successo, e che i rapporti di commissioni estere e nazionali riescono costantemente favorevoli.

Locomotive per miniere, od economiche. — Il servizio delle miniere, per quanto specialmente concerne i trasporti di carbon fossile e di minerale greggio di ferro, esige locomotive di costruzione meno costosa e di più piccole dimensioni che le ordinarie.

I signori Fletcher, Jennings e Comp., di Whitehaven, che si applicano alla costruzione speciale di tali macchine, ne costruiscono una

assai degna di lode : in essa l'apparecchio di distribuzione riceve il movimento dalla sala anteriore, mentre la posteriore trovasi sotto la camera del fuoco, sopportando così la maggior parte del peso: l'acqua è contenuta in serbatoi posti al disotto della placca dei piedi e della parte cilindrica della caldaia. La larghezza della via per simili locomotive varia da 1^m a 1^m 16.

L'Esposizione Universale di quest'anno ne presenta un tipo pregevolissimo dovuto alla *Società delle miniere carbonifere di Com-
mentry*.

Questa *locomotiva - tender* destinata al servizio di quelle miniere è costruita per una linea larga 1^m. con pendenze di 12^m₁₀₀ e curve di 100^m. di raggio. Essa poggia sopra un'intelaiatura portata da 6 ruote accoppiate di egual diametro : ha il meccanismo esterno e leggerissimo, i cilindri assai inclinati : la distribuzione è fatta da due eccentrici callettati sulla sala di mezzo, trovandosi sempre la posteriore più caricata delle altre, quantunque il peso sia egualmente ripartito fra le tre sale : l'acqua d'alimentazione, che viene iniettata coll'apparecchio Giffard, è contenuta in due recipienti, di cui uno sotto la caldaia e presso la camera del fumo, l'altro sotto la placca dei piedi : le due ruote di mezzo sono cilindriche e sprovviste di orli pel passaggio nelle curve : gli organi del movimento in acciaio, la caldaia in lamiera d'ottone, un'estrema diligenza nelle connessioni fra metallo e metallo, il tutto assai opportunamente disposto per un servizio economico e sicuro. Ecco le principali dimensioni :

Diametro dei cilindri.....	0 ^m 32
Corsa dello stantuffo.....	0 ^m 40
Distanza fra le ruote estreme.....	3 ^m 05
Diametro.....	1 ^m 02
Superficie della graticola (1 ^m 08 per 0 ^m 58).....	0 ^m 9 63
Lunghezza comune dei 98 tubi.....	2 ^m 60
Diametro.....	0 ^m 04
Spessore....	0 ^m 0,25

Superficie di riscaldamento dei tubi.....	32 ^m ·q· 02
» » del focolare.....	4 ^m ·q· 85
» » totale.....	36 ^m ·q· 87
Diametro della caldaia.....	0 ^m ·, 89
Spessore della lamiera.....	0 ^m ·, 011
Diametro interno del camino.....	0 ^m ·, 32

Quanto al peso della locomotiva carica esso è di 19680 kg, ripartiti per 6440kg. sulla sala anteriore, per 6440kg. sulla sala di mezzo, e per 6800kg. sulla posteriore: il peso a vuoto è di 15100kg., mentre quello dell'acqua dei serbatoi è di 2400kg., e quello del combustibile di 800kg: il volume d'acqua contenuto nella caldaia per 0^m· 10 d'acqua sul focolare è di 1^m· c· 38, e quello del vapore corrispondente è di 0^m· c· 64.

La pratica dimostrò l'eccellenza del servizio prestato da tale macchina: essa rimorchiò 40 vagoni vuoti, sopra una rampa di 12^m^{III}, con una velocità di 26km all'ora, e 40 vagoni di coke sopra una rampa di 4^m^{III}, 5, con una velocità di 10km. Sarebbe vivamente a desiderarsi, presso di noi specialmente, che se ne diffondesse l'uso per ferrovie economiche d'interesse locale.

Locomotive per viaggiare sul ghiaccio, — Comunque strana possa sembrare la cosa, non è men vero che i sigg. Neilson di Glascovia ne costruirono una, la quale affermarsi abbia con successo servito al trasporto di merci e viaggiatori sulla Neve fra Pietroburgo e Cronstadt, durante l'inverno.

La parte anteriore di questa macchina poggia sopra una slitta, capace di girare attorno ad un perno incastrato in apposito segmento per mezzo di una ruota timoniera posta davanti alla cassa del fumo, la quale comunicando il movimento ad una vite senza fine ingranante con un sistema dentato, fa girare con violenza il fuso del perno, e timoneggia così la slitta, imprimendole un moto d'altalena. La parte posteriore poggia su due ruote motrici del diametro di 1^m·, 52, i cui cerchioni son gneriti di robuste punte d'acciaio per afferrare il ghiaccio: i cilindri

hanno 0^m,25 di diametro e 0^m,56 di corsa, il peso della macchina è di 12 ton., e la velocità da essa realizzata è di 18 miglia all'ora.

Vedesi facilmente come la slitta debba potersi maneggiare rapidamente e con facilità per far fronte ad ogni peggiore circostanza, e quindi quanta potenza debba darsi al relativo meccanismo: masoprattutto poi è evidente come simili apparecchi siano più curiosi che serii.

INDICE.

	Pagin.
CAPITOLO I. — SU ALCUNI PRINCIPI GENERALI DI TERMODINAMICA.....	7
CAPITOLO II. — NOZIONI STORICHE E DESCRITTIVE.....	20
Descrizione generale del tipo usuale moderno.....	23
Generalità sopra alcuni sistemi speciali.....	27
Condizioni generali a cui deve soddisfare una machine locomotiva	29
Classificazione.....	30
CAPITOLO III. — PARTICOLARI DELLE LOCOMOTIVE MODERNE.....	31
CAPITOLO IV. — ITALIA.....	50
CAPITOLO V. — FRANCIA.....	65
CAPITOLO VI. — INGHILTERRA.....	75
CAPITOLO VII. — AMERICA.....	88
CAPITOLO VIII. — SISTEMI SPECIALI.....	95
Locomotive di montagna a ferrovia ordinaria.....	97
Locomotive di montagna a ferrovia modificata.....	104
Locomotive economiche.....	111

TAVOLA I.

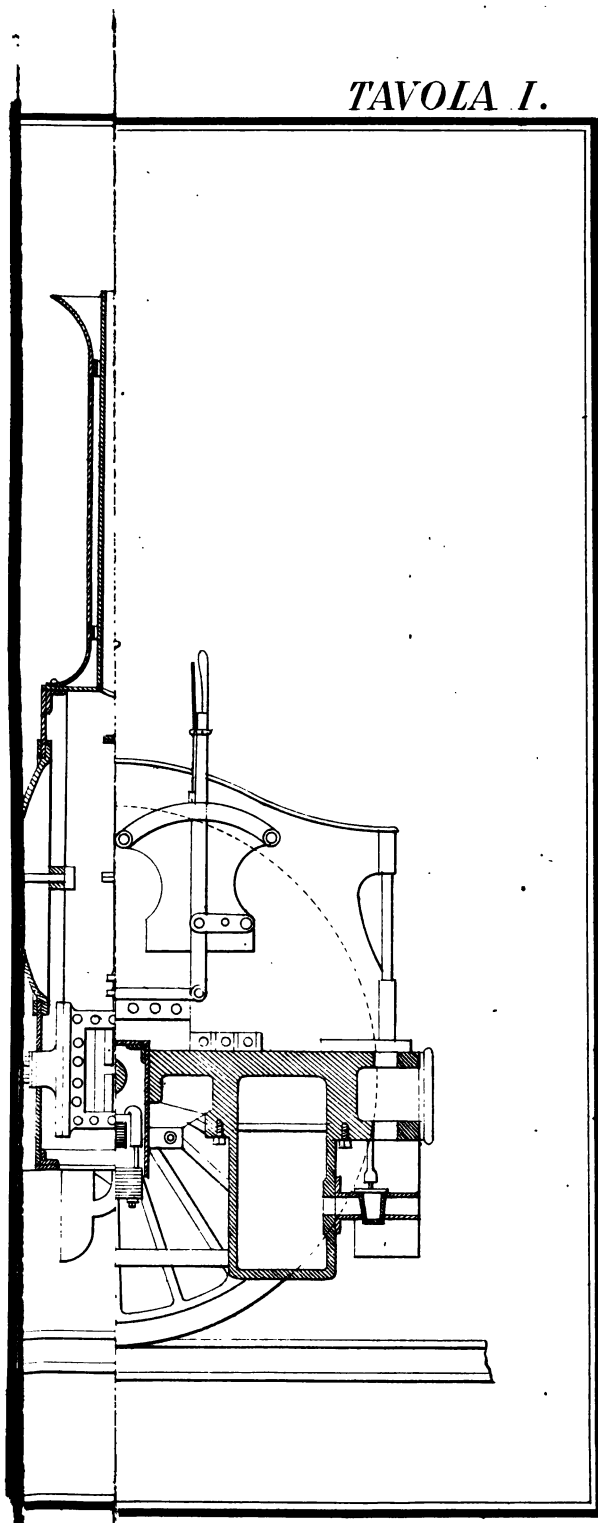
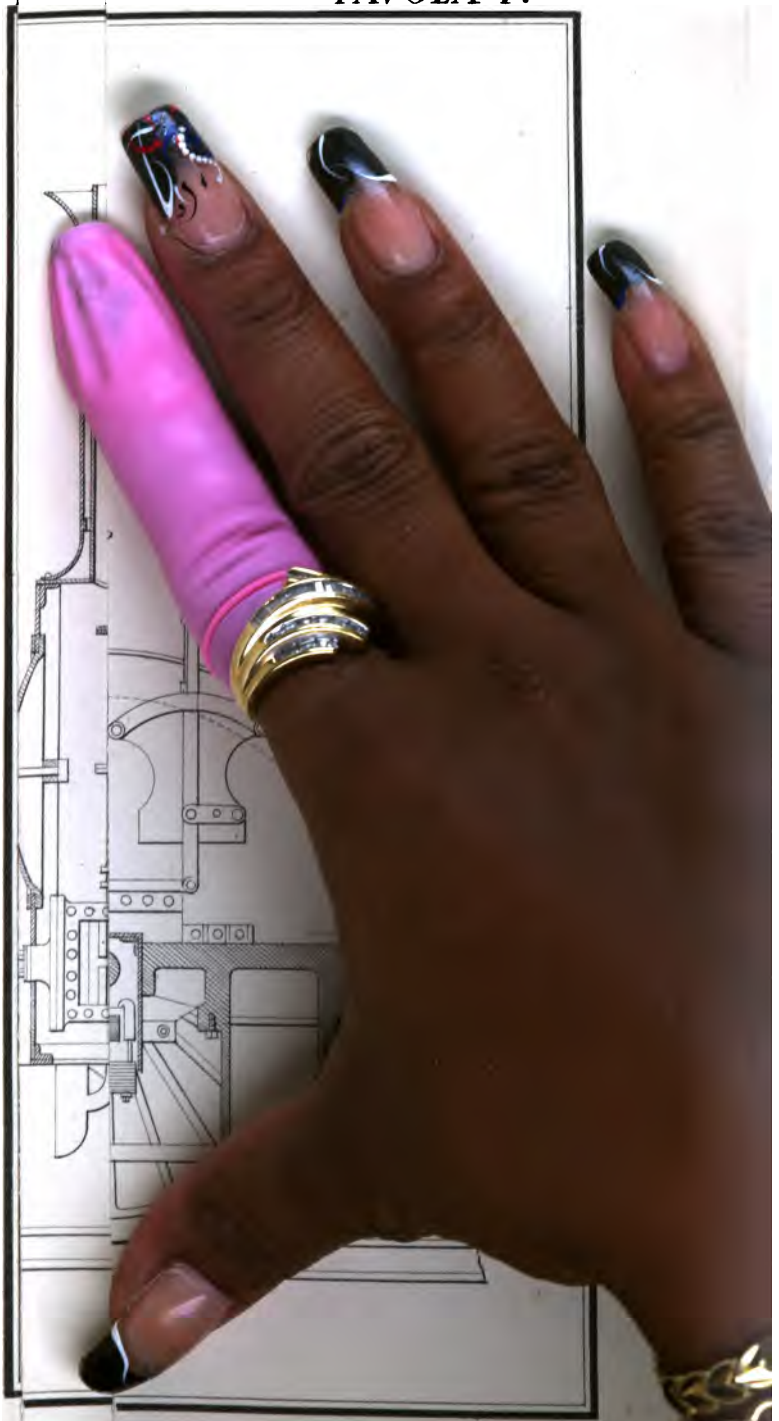


TAVOLA I.





Fig

B

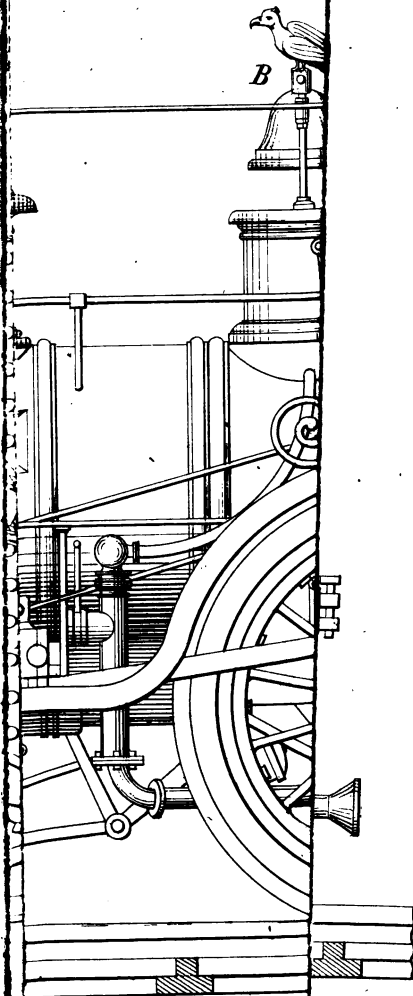
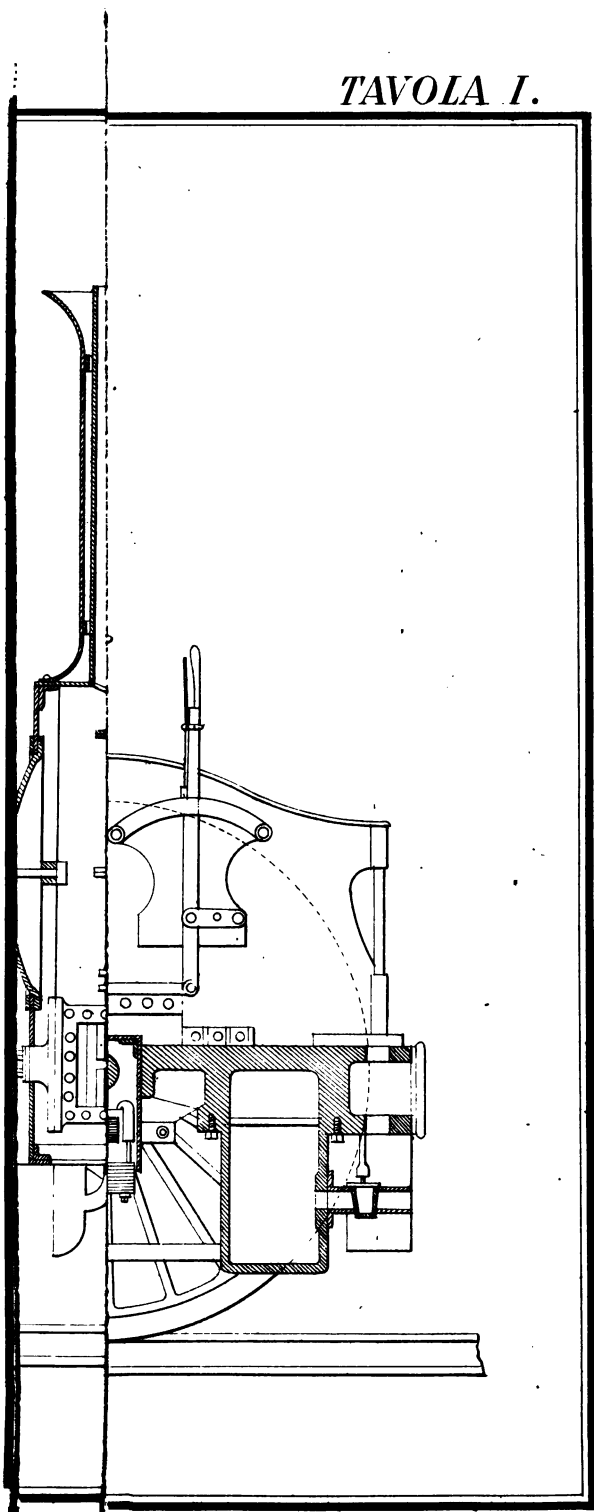


TAVOLA I.



Fig

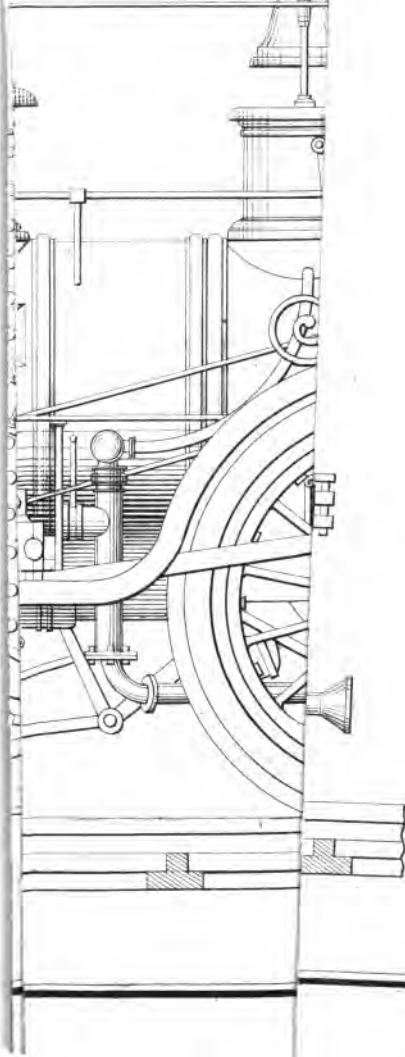
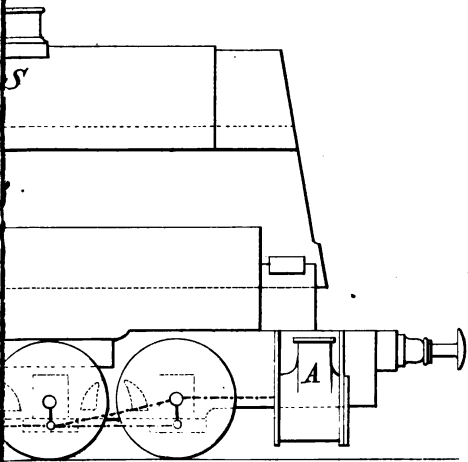
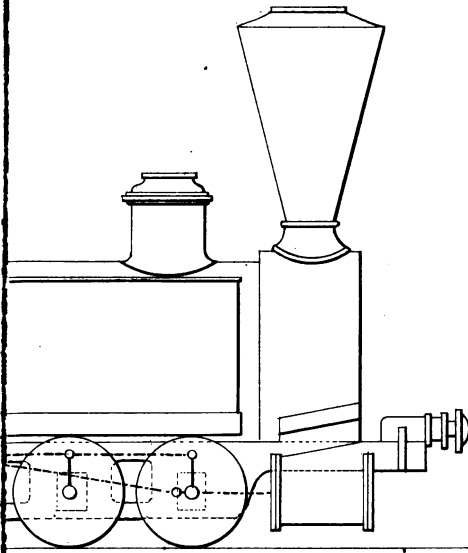
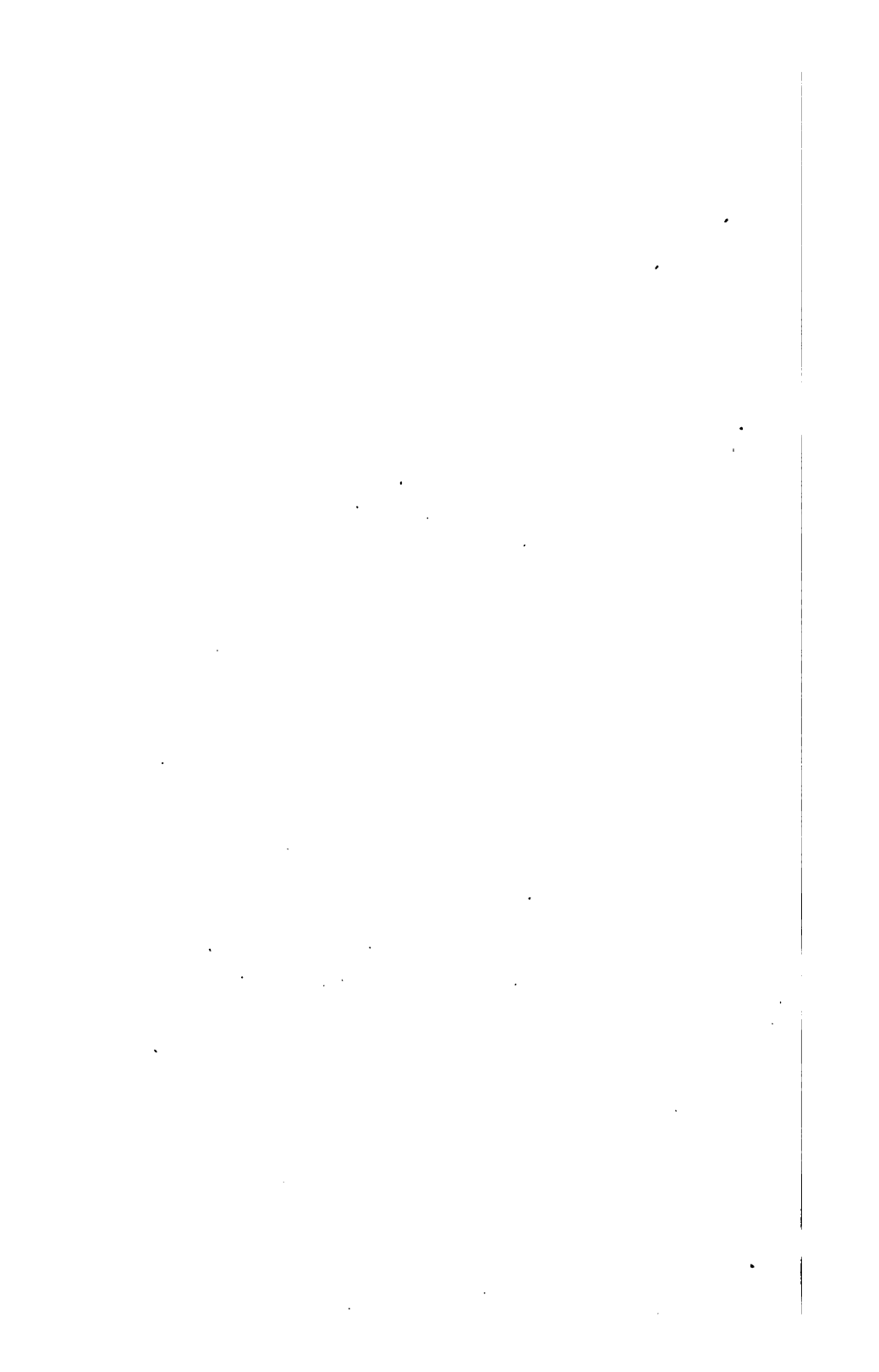


TAVOLA III.





TESI LIBERE.

MECCANICA.

Manovelle.

MACCHINE A VAPORE.

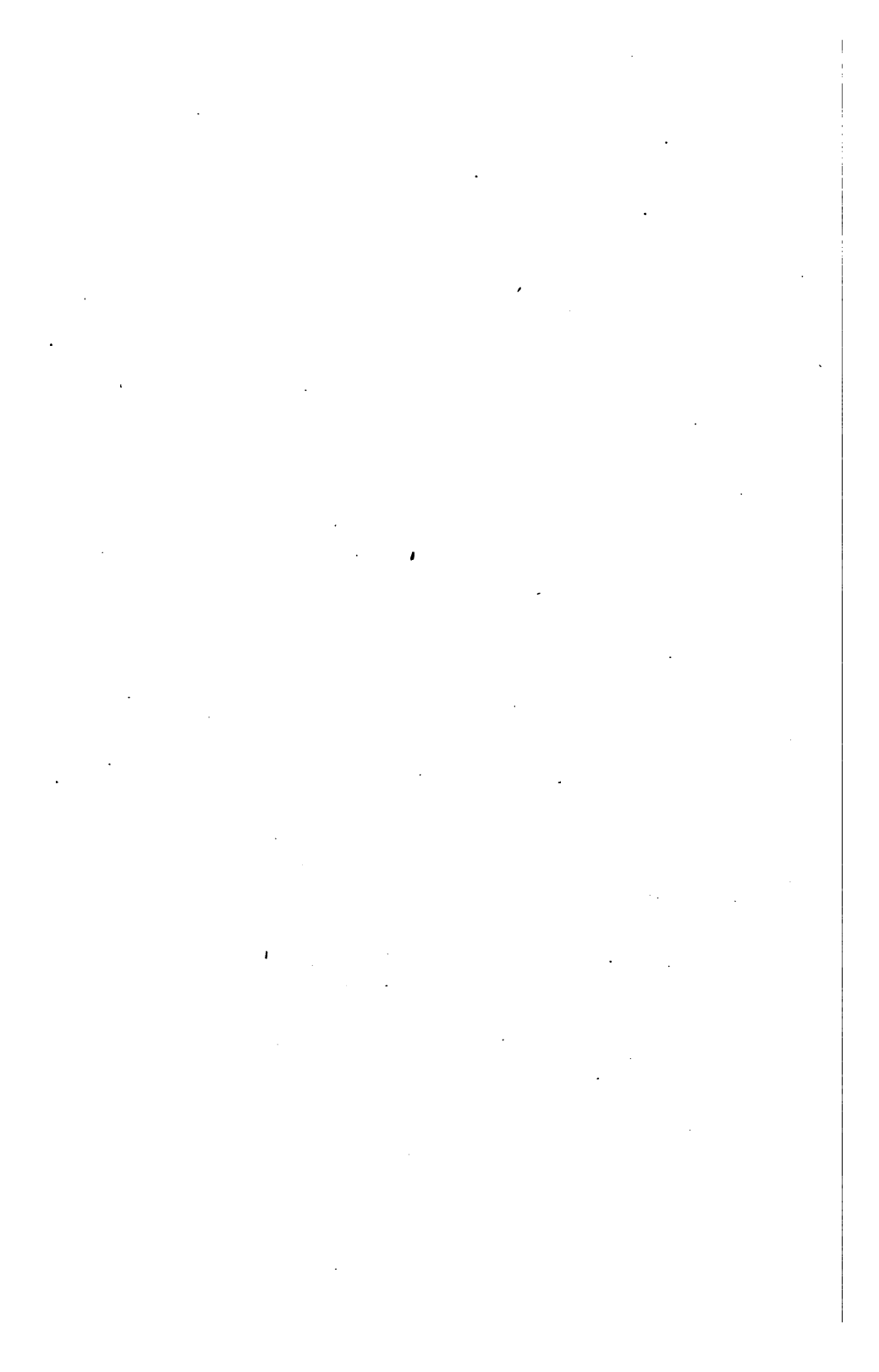
Teoria delle macchine a vapore soprariscaldato.

COSTRUZIONI

Resistenza all'estensione.

GEOMETRIA PRATICA.

Riduzione degli angoli al centro della stazione.



ERRATA-CORRIGE

	<i>invece di</i>	<i>leggasi</i>
Pag. 8, linea 31	riscaldameuto	riscaldamento
» 12, » 3	$\int_{v_1}^{v_2} p dv$	$\int_{v_1}^{v_2} p dv$
» 12, » 19	p	p_1
» 12, » 20	v	v_1
» 13, » 7	nche	anche
» 13, » 17	$v_2 p_2 t_4 ,$	$v_2 p_1 t_4 ,$
» 13, » 30	$\frac{p_2}{p_0}$	$\frac{p_2}{p_1}$
» 13, ult. lin.	$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\alpha + t_3}{\alpha + t_4} = \frac{\alpha + t_4}{\alpha + t_2} .$	$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\alpha + t_3}{\alpha + t_2} = \frac{\alpha + t_4}{\alpha + t_1} .$
» 14, linea 15	$C (t_3 - t_2)$	$C (t_4 - t_1)$
» 15, » 24	admosferica	atmosfera
» 16, » 7	dal	dallo
» 16, » 15	convalidato	convalidata
» 20, » 10	caretta	carretta
» 20, » 15	effetto e riceventi	effetto, e riceventi
» 20, » 20-21	veloemente	velocemente
» 21, » 1	feci i suoi prim	fece i suoi primi
» 22, » 21	asverchiamente	soverchiamente
» 23, » 26	conjugate	coniugate
» 26, » 20	anno	tempo
» 27, » 21	generalmente	comunemente
» 29, » 8	sono	erano
» 29, » 9	sia	fosse
» 33, » 14	Cudowrt	Cudwort
» 41, » 27	velocité	velocità
» 44, » 1	adottati	adattati
» 51, » 7	indusse disprezzo	indusse a disprezzo
» 51, » 18	que	quel
» 53, » 30	c	che
» 57, quadro	Machina	Macchina

PARIGI, STAMPERIA AMMINISTRATIVA DI P. DUPONT.

VIA DI GRENELLE-SAINT-GERMAIN, 45.